Eine Monographie der Dioscoreaceen,

Von

Edwin B. Uline.

Arbeit aus dem Laboratorium des Königl. botan. Gartens und Museums zu Berlin.

Einleitung.

Im Anfange des Jahres 1896 wurde ich von Herrn Geh. Reg. Rat Professor Dr. ENGLER darauf aufmerksam gemacht, dass die Gattung *Dioscorea* L. lange vernachlässigt worden sei und einer systematischen Bearbeitung sehr bedürfe. Ich begann diese Arbeit nicht in der Absicht, eine erschöpfende Monographie zu liefern, sondern ich wollte mich dabei eigentlich auf die amerikanischen Dioscoreen beschränken. Da sich jedoch Zeit und Gelegenheit boten, so fing ich nach und nach an, die Vertreter der *Dioscoreaceae* aus der alten Welt in meine Untersuchung mit hineinzuziehen. Da jedoch genügendes Material aus Asien und Afrika noch vielfach mangelte, so bin ich gezwungen gewesen, bei diesen Arten noch manche Frage unbeantwortet zu lassen.

Es wurde mir alsbald Material aus Brüssel, Genf (Herb. de Candolle und Barbey-Boissier), Göttingen, Halle, Kiel, Kopenhagen, Leiden, München, Petersburg, Stockholm, Utrecht und Wien bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Diese setzten im Verein mit den ausgezeichneten Berliner Sammlungen mich in stand, beinahe alle wichtigen Originale in Augenschein zu nehmen, mit Ausnahme der von LINNÉ, LAMARCK, ROXBURGH und etlichen von BENTHAM und BAKER. Dabei wurde es mir bald klar, dass eine vollständige Neubearbeitung der *Dioscoreaceae* notwendig sei. Denn es sind von den Beschreibungen der älteren Autoren, mit Ausnahme von KUNTH und GRISEBACH, nur wenige von der nötigen Vollständigkeit, indem dieselben sich nur auf Habitus und einige kurze Bemerkungen über den Blütenstand und äußere Blütenmerkmale beschränken. Daher erklärt sich auch die überraschend große Zahl von neuen Arten und Varietäten, welche ich in meiner Bearbeitung veröffentlichen werde. Viele dieser Arten stammen aus Sammlungen, welche noch vor KUNTH's Revision gemacht

worden sind; denn Kunth hatte zu wenig Gelegenheit, alle damals vorhandenen Sammlungen zu untersuchen, während im übrigen seine Beschreibungen vorzüglich sind, und er mit scharfem Blick die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten richtig erkannte.

Es drängt mich bei der Veröffentlichung dieser Arbeit allen denen, welche mich bei derselben in so selbstloser Weise unterstützt haben, meinen herzlichsten Dank auszusprechen; vor allem Herrn Geheimrat Engler, welcher keine Mühe gescheut hat, mich durch wohlwollenden Rat und bei der Beschaffung des Materials zu unterstützen. Auch sei es mir gestattet, den Herren Prof. Schumann, Prof. Urban, Prof. Warburg, Dr. Harms, Dr. Gilg und Dr. Diels, welche meiner Arbeit so freundliche Teilnahme geschenkt haben, an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

I. Teil: Allgemeines.

I. Geschichte der Systematik.

Linné (Sp. pl. Ed. I. 1753) erkannte die drei Gattungen *Dioscorea* L., *Rajania* L. und *Tamus* L., von denen die beiden letzten in ihrer Umgrenzung bis heute nicht verändert worden sind. 1850 trennte Kunth *Helmia* von *Dioscorea* L. ab (Enum. Pl. Vol. V. 414), während bald darauf Grisebach *Helmia* Kth. für ein Synonym erklärte (Veg. v. Karaib. 125. 1857). Grisebach's Auffassung wurde seitdem allgemein angenommen, bis Pax den Namen als Subgenus wiederherstellte (Nat. Pflanzenfam. II. 5. S. 133. [1888]) und von demselben das Subgenus *Eudioscorea* Pax scharf sonderte. *Trichopus* Gaertn. und *Oncus* Lour. wurden im Jahre 1788, resp. 1790 aufgestellt. *Oncus* wurde nur unvollständig von Loureiro beschrieben, und in neuerer Zeit ist die Pflanze niemals wieder gefunden worden; sie ist daher schlecht bekannt. *Testudinaria* Salisb. erschien zuerst im Jahre 1824, wurde aber einige Jahre später von Endlicher (Gen. plant. 158. 1836) zu *Dioscorea* gezogen. Kunth trennte die beiden wieder, und dabei ist es bis jetzt geblieben, obwohl von Zeit zu Zeit verschiedentlich Bedenken ausgesprochen worden sind, ob die Trennung von *Dioscorea* naturgemäß sei. Die Berechtigung dieser Zweifel werde ich weiter unten nachzuweisen suchen. *Stenomeris* Planch. und *Petermannia* F. v. Muell. wurden im Jahre 1852, resp. 1860 publiciert. Die letztere ist wie *Oncus* Lour. bis jetzt unvollständig bekannt geblieben. *Epipetrum* Phil. wurde in der »Linnaea« 1864—65 von Philippi als eigene Gattung von *Dioscorea* abgetrennt. Bentham und Hooker (Gen. Pl. III. 743. 1883) stellten sie jedoch wieder zurück, Pax (l. c.) zog sie zu *Borderea* Miègev., und Baillon (Hist. des Plant. XIII. 71. 1894) wiederum zu *Dioscorea* L. Philippi hat stets auf seiner ersten Ansicht beharrt,

und dies ist, meiner Meinung nach, auch ganz gerechtfertigt. Bald darauf (Bull. Soc. Bot. Fr. XIII. 1866) wurde *D. pyrenaica* Bub. von Miègeville zu einer besonderen Gattung erhoben und *Borderea* benannt. Bentham und Hooker und auch Baillon lassen sie unter *Dioscorea* L. Pax trennt sie jedoch, verändert aber die Originalbeschreibung des Genus, indem er *Epipetrum* Phil. hinzuzieht.

Die Gattung *Dioscorea* L. besaß bei Linné (Sp. plant. Ed. I. 1753) 8 Arten, Lamarck (Encycl. III. 1789) beschrieb 17, Poiret (Encycl. Suppl. III. 1813) dann 36 Arten. Willdenow (Sp. Pl. 1805) kennt nur 26 Species. Zwischen 1809 und 1850 wurde kein Versuch gemacht, die bekannten Arten zusammenhängend zu beschreiben. Jedoch trugen verschiedene Floren zur Kenntnis der Gattung bei. Vellozo (Fl. flum. 1827) machte mit den brasilianischen Arten den Anfang; ihm folgte Grisebach, welcher im Jahre 1842 in der Flora Brasiliensis aus Brasilien allein 31 Arten beschrieb, von welchen 23 neu waren. Poeppig veröffentlichte mehrere neue Arten aus Chili (Fragm. Syn. 1833), ebenso Presl (Rel. Haenk. I. 1830, Bot. Bemerk. 1844) aus Peru und Mexiko. Außerdem trugen Martens und Galeotti, Bentham und Schlechtendal ziemlich viel zur Kenntnis der mexikanischen *Dioscoreaceae* bei. In Bezug auf die alte Welt sind für jene Zeit bemerkenswert Roxburgh's Flora Indica (Vol. III), Blume's Enumeratio plantarum Javae (1827—28) und Hooker's Niger Flora (1849); die letztere erschien jedoch etwas zu spät, um von Kunth in seiner Monographie (1850) berücksichtigt werden zu können. Mit Ausnahme von Grisebach's und Hooker's Diagnosen sind die Beschreibungen der damaligen Zeit vielfach unverständlich, indem daraus oft nicht einmal hervorgeht, um welches Geschlecht der betreffenden Pflanze es sich handelt. Grisebach war der erste, welcher die Blüten genau beschrieb und die Verwandtschaft der verschiedenen Arten erörterte. Seine Gruppierung, welche hier wiedergegeben werden soll, hat den Mangel, dass sie ausschließlich auf die Merkmale der Staubgefäße gestützt ist, und dass die Früchte, vegetative und andere wichtige Charaktere dabei nicht berücksichtigt werden:

A. Stb. 6, fertil.
- a. Stb. central (*D. piperifolia* Willd. und *D. grandiflora* Mart.) . . . . Sect. *Centrostemon*.
- b. Stb. dem Grunde der Perianthröhre eingefügt. (*D. adenocarpa* Mart. u. a.) . . . . Sect. *Dematostemon*.
- c. Stb. dem Schlunde der Perianthröhre eingefügt. (*D. multiflora* Mart. u. a.) . . . . Sect. *Amphistemon*.
- d. Stb. den Perianthabschnitten eingefügt. (*D. trifida* L. u. a.) . . . . Sect. *Epistemon*.

B. Stb. 3, fertil, Connectiv an der Spitze zweiteilig. *D. rumicoides* Gris. und *D. polygonoides* H.B.K.) . . . . Sect. *Lychnostemon*.

C. Stb. 3, fertil, Connectiv ungeteilt.
  a. Stb. der Perianthröhre eingefügt. (*D. Martiana* Gris. u. a.) . . . . Sect. *Allactostemon.*
  b. Stb. am Grunde der Perianthröhre eingefügt. (*D. oppositiflora* Gris.) . . . . Sect. *Hemidematostemon.*

Die erste wirkliche Monographie der *Dioscoreaceae* in modernem Sinne ist die von Kunth (1850). Er beschreibt 151 Arten von *Dioscorea* L. und 30 Arten von *Helmia* Kth., darunter 50 neue, obwohl ihm zu seinen Untersuchungen nur die Sammlungen von Berlin und Kiel zur Verfügung standen. Er führte eine natürliche Gruppierung ein, wobei der Materialmangel jedoch häufig störend wirkte. Bald darauf (1853) folgten Gay's chilenische *Dioscoreaceae* (Fl. Chilena VI), wo 16 Arten beschrieben wurden, von denen jedoch nur wenige neu waren. Als nächste bemerkenswerte Arbeit folgte die von Grisebach in Kjoeb. Vidensk. Meddell. 1875, wo er 9 neue brasilianische Arten beschrieb. In neuester Zeit ist über mexikanische *Dioscoreaceae* hauptsächlich von Hemsley und dem Verfasser gearbeitet worden (vgl. Hemsley in Biol. Centrali-Americana Botany II. 1886 mit 7 neuen Arten und Uline in Engler's Jahrbüchern XXII. 1896 mit 10neuen Arten). Außerdem hat Robinson (1890) mehrere neue mexikanische Arten veröffentlicht. Für Asien ist das einzige in Betracht kommende Werk Hookers Flora of India, vol. VI (1894), wo die Roxburgh'schen Arten, soweit als möglich, wieder aufgenommen und 7 neue Arten hinzugefügt werden. Neue Beiträge für Afrika lieferte hauptsächlich Baker (Journal of Botany 1882 und 1889), dann Pax in Engler's Jahrbüchern 1892, und Harms in Engler's Pflanzenwelt Ost-Afrikas, 1895. Diese drei Verfasser haben die Anzahl der afrikanischen Arten mehr als verdoppelt.

Die neue Gruppierung der *Dioscorea*-Arten, welche ich auf Grund meiner Untersuchungen im folgenden vorlege, basiert zum Teil auf den Grundsätzen, die schon Kunth und Grisebach als wichtig für die Systematik der Gattung erkannt haben. Vielen Eigenschaften jedoch, wie die Art des Windens, Blütenstand, Kapsel, Samen etc., welche früher vernachlässigt wurden, musste ich in classificatorischer Hinsicht eine weit höhere Bedeutung zumessen, als manchen von den älteren Autoren hoch bewerteten Charakteren. Der näheren Erläuterung dieser Fragen werden die folgenden Capitel dienen, wo die einzelnen Organe der *Dioscorea*-Pflanze mit besonderer Berücksichtigung ihrer systematisch wertvollen Eigenschaften besprochen werden sollen.

II. Besprechung der einzelnen Organe mit Rücksicht auf ihre Biologie und ihre Bedeutung für die Systematik.

A. Der Embryo.

1. Morphologie.

Der eigentümliche Bau des Embryos der *Dioscoreaceae* ist schon lange bekannt und hat von Zeit zu Zeit zu Meinungsverschiedenheiten Anlass gegeben. Der reife Embryo unterscheidet sich vom typischen Monocotyledonenembryo vorzugsweise durch das eigentümliche Verhältnis, welches zwischen Keimblatt und Plumula obwaltet. Beim Monocotyledonen-Embryo umhüllt das Keimblatt meistens die Plumula vollständig, während bei den *Dioscoreaceae* diese Umhüllung eine mehr oder weniger unvollständige bleibt. Der Embryo zeigt ein weit entwickeltes Keimblatt mit deutlicher Scheide. Die Plumula entsteht seitlich und ist im übrigen von der Scheide umgeben. Diese Scheide verlängert sich an der Vorderseite der Plumula zu einem kleinen, in der Mediane tief eingeschnittenen Lappen; außerdem ist der Scheidenrand an den Grenzen zwischen ihm und dem Keimblatt eingeschnitten. Jener Vorderlappen entsteht ebenso wie das Keimblatt aus dem unteren Ringprimordium und erweckt den Anschein eines zweiten rudimentären Cotyledonen, welcher durch den anderen mächtig entwickelten zur Seite geschoben wird. Die Ansicht, dass es sich hier um ein zweites Keimblatt handele, wurde von Dutrochet ausgesprochen und auf dieser Grundlage von Strasburger die notwendige Folgerung gezogen, dass sich die Monocotyledoneae aus den Dicotyledoneae durch allmähliche Unterdrückung des einen Keimblattes entwickelt hätten. Jussieu und Solms-Laubach erklärten den Embryo der *Dioscoreaceae* für einkeimblättrig, und zwar letzterer Forscher auf Grund eingehender entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen. Nach Solms-Laubach haben wir keine hinreichende Veranlassung, das oben beschriebene Gebilde für ein rudimentäres Keimblatt zu halten; immerhin jedoch weicht die Entwickelungsgeschichte von der für die Monocotyledoneae typischen ganz erheblich ab. Der Vegetationspunkt des Keimlings entsteht nämlich früh und in ganz oder nahezu scheitelständiger Stellung, aus welcher er erst durch die Entwicklung des Cotyledonen seitlich verschoben wird. (Vgl. die genauere Darstellung der Embryoentwicklung bei Solms-Laubach.) Bucherer möchte die Ansicht von Dutrochet und Strasburger wieder zur Geltung bringen, denn er sagt: »Bedenken wir, dass aus einem Ringprimordium bei den Dicotylen zwei, bei den Gymnospermae bis zu neun Keimblätter hervorgehen, so würde gerade die den *Dioscoreaceae* eigentümliche Bildung des Embryos zu Gunsten von Dutrochet's Ansicht sprechen und um so mehr begründet sein,

als auch die *Dioscoreaceae* mit den Dicotyledoneae in mancher Beziehung übereinstimmen ...... Ich stehe daher nicht an, den rudimentären Cotyledon als Scheide des Keimblattes zu betrachten«.

Leider habe ich den Keimungsprocess nicht selbst verfolgen können. Die jungen Pflanzen, welche ich im Bot. Garten zu Berlin beobachtete, waren stets aus unterirdischen Knollen und Rhizomen oder aus oberirdischen Bulbillen hervorgegangen. Die Schwierigkeit einer solchen Untersuchung liegt in der langen Zeit, welche der Keimprocess erfordert. Nach Bucherer, welcher diesen Vorgang vorzüglich für *Tamus communis* L. beschrieben und abgebildet hat, keimen die Samen erst nach einer Ruhe von 1—2 Jahren. Nicht nur das erste Blättchen der Plumula, sondern alle späteren aus der Knolle hervorgehenden Blätter sind mit einem typischen Primordial-Ringwall versehen, welcher den Vegetationspunkt umgiebt und mehr oder weniger abgesetzte Lappen an der Vorderseite des Embryos ausgliedert, ganz so, wie es beim Keimblatt der Fall ist. Aus der Plumula entwickelt sich die Knolle, zu deren Bildung die Pflanze zwei Jahre lang ihre ganze Vegetationskraft verwendet. Außerdem erzeugt während dieser Zeit die Plumula nur noch ein einziges lang gestieltes Blatt, welches bereits die Gestalt der späteren Blätter zeigt. Dasselbe Verhalten wie *Tamus* L. zeigen auch manche *Dioscorea*-Arten.

2. Wert für die Systematik.

In meiner Untersuchung habe ich auf die Verwendung des Keimlings als Artmerkmal wenig Gewicht legen können. Obgleich nur über geringes Untersuchungsmaterial verfügend, untersuchte Kunth sorgfältig den Embryo und beschrieb genau seine Merkmale in der Hoffnung, dass spätere Forscher darin wichtige Mittel zur Unterscheidung von Gruppen und Arten entdecken würden. In meiner Arbeit habe ich jedoch in dieser Hinsicht wenig mehr zu erzielen vermocht als Kunth. Größe des Samens und des Embryos stehen in festem Verhältnis zu einander. Bei *Dioscorea* L. zeigen Lage und Abstand des Keimlings vom Hilum, äußere Form desselben, Richtung des Würzelchens und Anatomie und Gestalt des Ringwalls bedeutende Übereinstimmung bei einer großen Anzahl von Arten, welche im übrigen sehr von einander abweichen. Der Spreitenteil des Keimblattes ist stets dünn und flach, mit mehreren undeutlichen Nerven versehen und meistens rundlich, seltener eiförmig oder länglich. Die kleine Plumula liegt inmitten der Vertiefung innerhalb des Ringwalls und erreicht für gewöhnlich die gleiche Höhe wie letzterer, bisweilen ragt sie auch etwas über denselben hinaus. Bei dem Subgenus *Helmia* Kth. und der Gattung *Rajania* L. ist der dem Keimblatt gegenüberliegende Scheidenrand ähnlich wie bei der Gattung *Tamus* L. Im Subgenus *Eudioscorea* Pax ist er variabel, häufig wie bei *Tamus* L. (*D. glabra* Roxb. und verwandte Formen), oder auch ungespalten (*D. polygonoides* H & B., *D. sinuata* Vell.). Das Keimblatt von *Borderea*

Miègev. ist fleischig wie bei *Tamus* L., umgiebt die Plumula am Grunde und besitzt keinen Lappen, welcher dem sogenannten rudimentären Keimblatt entspräche. Bei Section *Eutestudinaria* Uline ist der Scheidenrand gegenüber dem Cotyledon ungespalten und zungenförmig wie bei allen *Dioscorea*-Arten.

Es leuchtet daher ein, dass der dem Keimblatt gegenüber liegende Scheidensaum wertvolle Gruppenmerkmale liefert, jedoch habe ich in Anbetracht der unzureichenden Menge brauchbarer Samen bei der Einteilung der Familie nur wenig Gewicht darauf legen können.

B. Die Wurzel und Wurzelknollen.

Den Bau der Wurzel von *Tamus communis* L., *Dioscorea Batatas* Decne. und *D. sinuata* Vell. hat Bucherer behandelt und durch Abbildungen erläutert. Queva giebt eine umfassendere Darstellung und betrachtet eine größere Zahl von Arten, von denen er auch viele abgebildet hat. Bei *T. communis* L. und *D. Batatas* Decne. entspringen die Wurzeln seitlich an dem nach unten verlängerten Ende der Knolle. Erst wenn die Wurzelknollen ausgewachsen sind, entstehen sie bei letzterer Art auch an der Spitze dieses unteren Endes. Bei dem scheibenförmigen Knollentypus von *D. sinuata* Vell., *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. u. a. entstehen die Wurzeln am wachsenden Rande der Grundfläche. Das Auftreten derselben beschränkt sich also nicht auf die Knoten, sondern erstreckt sich über das ganze Internodium.

Bei vielen Arten werden Wurzelknollen ähnlich wie bei *Dahlia variabilis* Desf. gebildet. Diese leben nur bis zur nächsten Wachstumsperiode, um dann ihre ganze aufgespeicherte Energie zur Bildung einer neuen Pflanze zu verwenden; alsdann sterben sie ab. Dies Verhalten steht für *D. Batatas* Decne, *D. sativa* L., *D. alata* L. und viele andere fest. Es leuchtet ein, dass diese Art der Vermehrung nicht eben so sicher wie bei den langlebigen Stammknollen ist, die im nächsten Abschnitt besprochen werden sollen. Der Wert der Wurzel für die Diagnose ist mir des geringen Materials halber unbekannt geblieben. Bei den cultivierten Arten sind viele Gartenvarietäten aufgestellt worden, welche sich auf Merkmale an den Wurzelknollen gründen und oft bei engster Zusammengehörigkeit in Gestalt und Farbe derselben im übrigen große Verschiedenheiten zeigen. Auch ist noch zu bemerken, dass Wurzelknollen bei Arten vorkommen, die nur in geringen verwandtschaftlichen Beziehungen zu einander stehen, z. B. bei *D. sativa* L., *D. Batatas* Decne. und *D. pilosiuscula* Bert. Ich habe solchen Arten und Varietäten, welche sich auf Knollenmerkmale stützen, nur untergeordnete Bedeutung beilegen können und dieselben daher entweder an den Stellen beschrieben, welche ihnen durch ihre Blüten- und vegetativen Merkmale zukommen, oder dieselben unter die Species non satis notae gesetzt. Jedoch werden sich ohne Zweifel wichtige Sectionsmerkmale ergeben.

wenn unsere Kenntnisse bezüglich der Wurzelknollen vervollständigt werden.

C. Der Stamm.

1. Unterirdischer oder bodenständiger Teil (Stammknollen).

a. Morphologie.

Während über die bodenständigen Knollen bei einigen Arten, z. B. *D. Batatas* Decne., *D. sinuata* L., *Tamus communis* L. und *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. genaue Untersuchungen gemacht worden sind, ist bei der großen Mehrzahl der übrigen Species wenig darüber bekannt. De Bary unterscheidet 3 Typen:

1) Knollig angeschwollene Wurzel: *D. Batatas* Decne. (siehe Wurzel).

2) Schuppig beblätterte Rhizome, welche aus vielen Internodien aufgebaut sind: *D. villosa* L. Dieser Typus bedarf noch näherer Untersuchung.

3) Blattlose Knollen, welche, wie Dutrochet bei *Tamus communis* L. gefunden hat, aus der Anschwellung des ersten epicotylen Internodiums der Keimpflanze entstehen: *Tamus communis* L., *Dioscorea Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng., *D. sinuata* Vell. und andere Arten. Von diesen wurde die Entwickelungsgeschichte bei *D. sinuata* Vell. und *T. communis* L. von Bucherer verfolgt und dabei ein auffallendes, nämlich den Dicotyledonen analoges Verhalten constatiert: Es findet bei *D. sinuata* Vell., *T. communis* L. u. v. a. Bildung eines Cambiums statt. Die Richtung des Dickenwachstums hängt völlig von der Lage der Wachstumszone ab. Bei *T. communis* L. ist unten und an den Seiten ein Cambium vorhanden. Unterseits ist es stärker und findet daher das Dickenwachstum besonders intensiv in der Richtung von oben nach unten statt. Bei Sect. *Eutestudinaria* (Salisb.) Uline befindet sich Cambium an den Seiten und oben; daher wächst die Knolle stark in der Richtung von unten nach oben in die Dicke. Bei *D. sinuata* Vell. ist die Wachstumszone auf die Seiten beschränkt; und dadurch erlangen ihre Knollen eine horizontal scheibenförmige Gestalt. Durch die Linien, welche die Unterbrechung des Wachstums während der Trockenzeit andeuten, wird das Bild von aufeinander liegenden Schichten hervorgerufen.

Mohl versuchte zu zeigen, dass die ganze Knolle von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. aus einem einzigen Internodium besteht; Bucherer jedoch wurde durch Untersuchung jüngerer Stadien von *Tamus*-Knollen zu der Ansicht geführt, dass sie einen aus mehreren Internodien bestehenden verkürzten Stengel darstelle. Immerhin dürfte es sich empfehlen, jüngere Knollen von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. noch einmal genauer zu untersuchen, um Bucherer's Resultate zu prüfen.

Die Knollen sind, wie oben schon erwähnt, an Größe und Gestalt außerordentlich verschieden. Bei *D. multinervis* Benth. z. B. besitzt die Knolle einen Durchmesser von nur 3—5 cm, während die von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. häufig einen Umfang von mehr als 3 m und eine

Höhe von fast 1 m erreicht. In einem Privatgarten zu Antwerpen befand sich ein Exemplar, dessen Knolle ein Gewicht von 300 kg hatte. Alte Knollen von *T. communis* L. können eine Länge von $^1/_2$ m erreichen. Mit Ausnahme von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng., *D. macrostachya* Benth., deren Knollen sich an der Basis des Stammes über dem Boden befinden, sind alle bis jetzt untersuchten unterirdisch, meistens liegen sie tief unter der Erde.

In ihrer äußeren Erscheinung bieten die Knollen von *Tamus*, *Dioscorea Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. und *D. sinuata* Vell. sehr auffallende Unterschiede dar; und auf den ersten Blick scheint diese große Differenz es zu rechtfertigen, sie als drei verschiedene Typen auseinander zu halten. Doch ist zu berücksichtigen, dass Form und Richtung des Wachstums abhängig sind von der relativen Lage des Cambiums, und dass äußerliche Merkmale, wie die eigentümliche Felderung der Oberfläche an den Knollen von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. und *D. macrostachya* Benth., nicht genügen können, sie als gleichwertige Typen der oben angeführten Gruppen De Bary's zur Seite zu stellen. Bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse scheint es als am besten entsprechend, De Bary's dritten Typus in folgende drei Unterabteilungen zu zerlegen, auf Grund der Lage der activen Cambiumzone und des von ihr beeinflussten Wachstums:

1. Wachstum abwärts gerichtet. Knollen unterirdisch: *T. communis* L.
2. Wachstum seitlich gerichtet. Knollen unterirdisch: *D. sinuata* Vell., *D. Grisebachii* Kth.
3. Wachstum aufwärts gerichtet. Knollen infolgedessen oberirdisch; ihre Oberfläche gefeldert: *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng., *D. macrostachya* Benth.

b. Biologie.

Dass diese ganze Gruppe sich außerordentlich stark auf vegetativem Wege vermehrt, ist schon bei der allgemeinen Beschreibung der Knollen, Rhizome etc. erwähnt worden. Rhizome und Stammknollen fahren unbegrenzt, bisweilen viele Jahre lang, fort, vegetative Sprosse zu erzeugen. Eine oberirdische Knolle von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. im Berliner botanischen Garten ist nur wenige Centimeter breit, wächst aber schon sechs Jahre lang. Die oben erwähnten riesigen Exemplare dieser Art müssen daher eine ungeheure Wachstumszeit durchgemacht haben, um ihre jetzigen Dimensionen zu erreichen.

c. Wert für die Systematik.

Was oben bereits über den systematischen Wert der Wurzelknollen gesagt wurde, ist auch für die stammbürtigen gültig. Obwohl es nicht unwahrscheinlich ist, dass sie in Zukunft vortreffliche Sections- und vielleicht sogar subgenerische Merkmale ergeben werden, so wage ich doch bei der jetzt noch so beschränkten Kenntnis darüber nicht, von denselben irgend

welchen Gebrauch zu machen. Denn was die Anatomie betrifft, so habe ich zu dem schon Bekannten nichts Neues hinzuzufügen. Die Sammler berücksichtigen die Knollen gewöhnlich nicht. Daher bleiben dieselben meistens unbekannt. Das Wenige, was ich gesehen habe, lässt sich leicht in die oben angeführten drei Typen einordnen, z. B.:

1. *D. hirsuta* Blume, *D. pentaphylla* L., *D. glabra* Roxb., *D. alata* L., *D. pilosiuscula* Bert.
2. *D. caucasica* Lipsky, *D. multinervis* Benth., *D. minima* Rob. et Seat., *D. Pringlei* Rob., *Borderea pyrenaica* Miègev.
3. *D. macrostachya* Benth., *D. Grisebachii* Kth.

2. Oberirdischer Teil.

a. Der Stengel.

α. Anatomischer Bau.

Im Bau des Stengels ähneln die *Dioscoreaceae* den Dicotyledoneae mehr als alle anderen Familien der Monocotyledoneae, und zwar erstens durch die geringe Anzahl von Blattspuren und zweitens durch die kreisförmige Anordnung derselben und ihren Verlauf im Stamme. »Der Bau der einzelnen Gefäßbündel weicht von dem der meisten Monocotyledoneae dadurch ab, dass außer der Protophloëmgruppe zwei Siebröhrengruppen im Stamme, den Blattstielen und gröberen Nerven vorkommen. Die eine dieser beiden Gruppen ist bisweilen durch Sclerenchym in zwei geteilt.« Diese Eigentümlichkeiten, welche auch bei anderen nahen Verwandten der *Dioscoreaceae* vorkommen, sind zuerst von Jungner für *Dioscorea* L., *Tamus* L. und Sect. *Eutestudinaria* Uline nachgewiesen worden.

Das Hautgewebe wird am leichtesten und frühesten, das Grundgewebe weniger leicht und die Gefäßbündel am schwersten durch äußere Einflüsse verändert. Daher finden wir die Stengelverschiedenheiten von *Dioscorea* L., *Tamus* L. und Sect. *Eutestudinaria* Uline vorzüglich im Hautgewebe, während Bau und Verlauf der Gefäßbündel sich bei diesen drei Gruppen sehr übereinstimmend verhalten. Der Stengel von *Rajania* L. ist noch nicht auf seinen anatomischen Bau untersucht worden, aber der sonstigen großen Ähnlichkeit der Organisation nach lassen sich bedeutende Verschiedenheiten vom *Dioscorea*-Bau kaum erwarten.

Direct unter der Epidermis auftretende Collenchymplatten finden sich in den Stengeln der schattige und feuchte Orte bewohnenden Arten ganz allgemein. Dieselben entstehen gewöhnlich früher als der Bast. Der Hauptvorteil liegt darin, dass das Collenchym die nötige Festigkeit gewährt, ohne das Wachstum zu hindern, da es selbst wachstumsfähig ist. Es ist andererseits leicht einzusehen, dass Arten, welche gebirgige oder gemäßigtere Regionen bewohnen oder an Stellen wachsen, welche von allen Seiten dem Lichte und dem Winde ausgesetzt sind, weniger rasch zu wachsen

brauchen, um das nötige Licht zu erlangen, jedoch stärkere mechanische Elemente nötig haben, um den Wind auszuhalten. Daher wird bei den eben genannten Pflanzen Wassergewebe und Collenchym nur schwach, der Bast aber desto stärker entwickelt.

β. *Äußere Merkmale.*

In den äußeren Merkmalen sind die allergrößten Verschiedenheiten zu beobachten. Die Länge der *Dioscorea*-Stengel bewegt sich zwischen 0,5 cm und 30 m. Wir finden einfache, liegende, gerade und windende Formen. Sie umwinden Gräser, Sträucher oder auch ansehnliche Bäume, oder umschlingen fast jede passende Stütze. Einige niederliegende Formen gewinnen durch Verschiebung der Blattinsertion ein dorsiventrales Aussehen. Die Länge der Internodien ist ebenso veränderlich wie die des ganzen Stengels, sogar an derselben Art oder an demselben Individuum ist bisweilen starke Veränderlichkeit in dieser Beziehung zu beobachten. Der Durchmesser des Stengels erreicht bisweilen 1 cm; doch bei der weitaus größten Anzahl wird die Dicke von 0,5 cm nicht überschritten. Bei einigen Arten (*D. rhipogonoides* Oliver und Verwandte) sind die Seitenäste oft dicker als der Hauptstamm. Der Querschnitt des Stengels hat meist eine runde oder schwach eckige Gestalt; häufig aber finden wir auch elliptische, drei-, vier-, sechs- und achteckige Formen. Der Stengel zeigt manchmal Längsfurchen und Rinnen, welche in der Richtung der Bündel verlaufen. Häutige Flügel, kurze hornige Stacheln, Warzen und ähnliche Unregelmäßigkeiten der Oberfläche kommen häufig vor. Die Epidermis bleibt im allgemeinen erhalten, jedoch fallen ältere Teile derselben in manchen Fällen von selbst ab; sehr oft platzt sie in Horizontalrissen ab.

Verzweigung kommt bei *Dioscorea* L. in der Regel nicht sehr häufig vor, und ist dann niemals reichlich. Es sind Seitenzweige in gewissen Abständen am ganzen Hauptstengel verteilt. Achsen dritter Ordnung dagegen kommen sehr selten vor.

Epipetrum Phil., *Rajania* L. und *Tamus* L. sind von *Dioscorea* L. nicht wesentlich verschieden. Sect. *Eutestudinaria* Uline aber weicht von den meisten *Dioscorea*-Arten durch ihre zahlreichen genäherten Seitenzweige ab. *Borderea* Miègev. und die chilenische *Dioscorea humifusa* Poepp. mit ihren Verwandten jedoch repräsentieren einen so besonderen Verzweigungstypus, dass er eine eingehende Beschreibung erheischt. Der Hauptstengel ist kurz und größtenteils unterirdisch. An der Oberfläche des Bodens trägt er zwei gleichartige Sprosse und ein Blatt. Die Sprosse stehen einander gegenüber, und zwischen ihnen befindet sich auf der einen Seite das Blatt. Erst später kommen zwischen dem Blatt und den beiden Sprossen neue Sprosse hervor, so dass dann 3—5 an der Basis des Blattes entspringen können. Sie zeigen gewöhnliche Verzweigung und zwar bis zur dritten Ordnung.

Trichopus Gaertn. bietet ebenfalls Abweichungen dar. Bei dieser Gattung entstehen nämlich mehrere vegetative Sprosse seitlich aus einem unterirdischen Rhizom. Der Scheitel dieser Sprosse gliedert ein Blatt und einen Blütenstand aus. Da das Blatt eine kräftige Entwickelung zeigt, und der kurze Spross an die Seite rückt, so gewährt das Ganze das Aussehen eines Blattes, aus dessen Stiel ein Blütenbüschel entspringt. Die Sprosse weichen auch dadurch vom *Borderea*-Typus ab, dass sie aus einer Gruppe kleiner Schuppenblätter hervorgehen.

Das Winden des Stengels unterscheidet sich in morphologischer Hinsicht nicht von dem anderer windender Pflanzen. Es kommt allgemein bei *Tamus* L., Section *Eutestudinaria* Uline, *Epipetrum* Phil., *Stenomeris* Planch., *Rajania* L. und *Dioscorea* L. vor; von letzterer Gattung machen *D. humifusa* Poepp. und gewisse fast blattlose Arten eine Ausnahme. Auch die Gattungen *Borderea* Miègev., *Trichopus* Gaertn. und wahrscheinlich auch *Oncus* Lour. schließen sich der Regel nicht an: sie besitzen aufrechte, nicht windende Stengel.

γ. *Biologie.*

Zur Erleichterung des Windens ist die größere Anzahl der Arten nicht mit speciellen Nebeneinrichtungen versehen, indem der Stengel allein diesem Zwecke zu genügen scheint. Bei einigen wenigen Species kommen Dornen, Warzen und ähnliche Rauhigkeiten der Oberfläche vor, welche unzweifelhaft zum Festhalten an der Stütze beitragen. Die Flügel von *D. alata* L. u. a. dienen offenbar neben demselben Zwecke auch dazu, die einzelnen Stengel, welche sich an derselben Stütze befinden, mit einander zu verbinden. Die starken Dornen und anderen Hervorragungen, welche an älteren Teilen des Stammes hervortreten, haben gewiss keine directe Bedeutung für das Umranken der Stütze, ebenso wie die abstehenden Blattstiele wohl nur zufällig dazu benutzt werden. Manchmal winden aber mehrere Stengel um einander, und dann können irgend welche Hervorragungen zur gegenseitigen Befestigung dienen. Denselben Zweck erfüllen bei anderen Arten die Reste der abgegliederten Blattstiele. Das Abgliedern findet nämlich in einer gewissen Entfernung von der Basis statt. Der untere Teil bleibt fest, wird hart und ist oft in einen zurückgebogenen Dorn verwandelt, während das Blatt mit dem oberen Stück des Blattstieles bald abgeworfen wird. Dieser Vorgang bei Lianen ist schon von Treub für mehrere Gattungen der Combretaceae und für *Jasminum* abgebildet und beschrieben worden. (Ann. Buit. III.) Ein Exemplar von *D. Elephantopus* (L'Hérit.) Spreng. im botanischen Garten zu Berlin zeigt eine Umwandlung der kurzen Seitenzweige in dornartige Bildungen. Bei allen Herbarexemplaren, die mir zu Gesicht gekommen sind, fehlte jedoch diese Eigentümlichkeit.

Die Lebensdauer des oberirdischen Sprosses steht nicht ganz sicher

fest. In den Beschreibungen findet man die Dioscoreen sehr verschieden als Sträucher und mehr- oder einjährige Kräuter bezeichnet. Doch da sie sich alle aus Knollen zu regenerieren vermögen, so leuchtet ein, dass es in der Familie echte annuelle Kräuter nicht giebt. Nach meinen eigenen Beobachtungen und den spärlichen Quellen ist nur der oberirdische Spross meist einjährig. Andererseits macht die holzige, feste Beschaffenheit der Stengel mancher tropischer Arten den Eindruck, als ob man perennierende Sprosse vor sich hätte.

δ. *Wert für die Systematik.*

Von den Eigenschaften des Stengels hat sich mir als wertvoll für die Systematik nur die Art ihres Windens ergeben. Schon zu Anfang meiner Untersuchungen über die Gattung *Dioscorea* L. fand ich, dass bei verwandten Arten die Stengel stets in derselben Richtung winden, und dass verschieden windende Arten auch in vielen anderen Beziehungen offenbar in viel entfernterer Verwandtschaft zu einander standen, als diejenigen Arten, welche in derselben Richtung winden. Auch fand ich, dass in vielen Fällen, in denen andere unterscheidende Merkmale nicht sicher genug erscheinen, die Richtung des Windens ein recht wertvolles Mittel zur Bestimmung der Verwandtschaft war. Es ist erstaunlich, dass frühere Autoren den Wert dieses so naheliegenden und verlässlichen Merkmales nicht erkannt haben; aber selbst Kunth erwähnt in seinen sonst in jeder Hinsicht vortrefflichen Beschreibungen nicht die Windungsrichtung. Nur in der Section *Apodostemon* Uline scheint dieses Charakteristicum unbeständig zu sein, aber glücklicherweise sind die anderen Merkmale hier so vorzüglich ausgeprägt, dass an der natürlichen Zusammengehörigkeit der hierher gestellten Arten kein Zweifel entstehen kann. Ich habe es im speciellen Teil zweckmäßig gefunden, für die Terminologie den Beobachter als außerhalb der Pflanze zu denken.

b. Die Brutknospen.

α. *Morphologie.*

Entgegen den stets vorhandenen bodenständigen Knollenbildungen sind die Brutknospen auf verhältnismäßig wenige Species beschränkt. Sie kommen nämlich, so viel ich weiß, nur bei den Wurzelknollen bildenden Arten vor und stehen stets in den Blattachseln, wo sie gegen Ende der Vegetationsperiode erzeugt werden. Dann fallen sie herab und bringen beim Beginn der nächsten Periode neue Pflanzen hervor. Sie trennen sich entweder vollständig von der Mutterpflanze wie bei *D. Batatas* Decne., oder bleiben mit derselben verbunden und ziehen dieselbe durch ihr bedeutendes Gewicht zu Boden, wie dies bei afrikanischen Formen von *D. sativa* L. der Fall ist. Sie sind von sehr verschiedener Gestalt; wir finden kugelrunde, ei-, kegel-, spindel-, pyramidenförmige und mehr oder

weniger unregelmäßig gelappte und zusammengerollte. Die Größenverhältnisse bewegen sich zwischen 0,5 cm und 1,5 dm im Durchmesser! Gewöhnlich sind sie klein und rundlich; jene außerordentlich großen kommen, soweit bekannt, namentlich bei den afrikanischen Formen von *D. sativa* L. vor. Im botanischen Museum zu Berlin befindet sich ein enormes Exemplar von unregelmäßiger Gestalt, welches von Sonntag in Columbien gesammelt worden ist; die Blüten und vegetativen Teile der dazu gehörigen Pflanze sind leider nicht vorhanden. Es ist daher unmöglich, zu bestimmen, zu welcher Species es gehört. Wenn die Pflanze ihrer unterirdischen Knollen wegen cultiviert wird, benutzt man diese Brutknospen, wenn solche vorkommen, zur Vermehrung. Bei *D. sativa* L. sind sie an männlichen und weiblichen Pflanzen anzutreffen. Bei *D. pilosiuscula* Bert. fand ich sie nur an weiblichen Pflanzen, während bei *D. alata* L. nur die männlichen Individuen Brutknospen trugen. Sie treten nur bei einzelnen Exemplaren auf, und niemals finden sie sich constant bei einer der geschlechtlichen Formen der Art an allen Individuen. Das Auftreten oder Fehlen der Bulbillen scheint demnach bei allen Arten, die überhaupt Brutknospen erzeugen können, nur von den äusseren Bedingungen abhängig zu sein.

β. Wert für die Systematik.

Wie alle Merkmale, die durch äußere Verhältnisse bedingt sind, weniger Wert für die Systematik besitzen, so zeigen auch die obigen Beispiele, dass man aus den Verschiedenheiten der Knollen und Brutknospen bei den einzelnen Arten nur mit der größten Vorsicht Schlüsse für die Systematik ziehen darf; denn wir sehen, dass bei sonst sehr verschiedenen Arten die Knollen und Brutknospen sich sehr ähnlich sind, während umgekehrt diese Organe bei unzweifelhaft nahe verwandten Arten außerordentlich verschieden sein können. Als Beispiel für den letzteren Fall möchte ich auf die in diesem Punkte sehr abweichenden Formen der asiatischen und afrikanischen *D. sativa* L. hinweisen.

Trotz einer sehr eingehenden Untersuchung von Formen dieser Species aus allen Teilen der Welt war es nicht möglich, auch nur ein einziges Merkmal in der Blüte oder im Habitus aufzufinden, durch welches die afrikanischen von den asiatischen Formen hätten unterschieden werden können. Die Bulbillen der beiden Formen jedoch weichen in Größe und in der Beschaffenheit der Oberfläche weit von einander ab.

D. Die Blätter.

Außer den Tragblättern an den Blütenständen (siehe diese) kommen noch zwei verschiedene Blattarten vor, nämlich die unansehnlichen Schuppenblätter, welche sich nur an den Knollen finden (excl. *Trichopus*), und die assimilierenden Laubblätter.

1. Die Schuppenblätter.

Die Schuppenblätter sind klein, nervenlos, hart oder häutig und ungestielt. Sie bilden meistens Gruppen und bedecken einander. Bei *Dioscorea* L., *Tamus* L., Sect. *Eutestudinaria* Uline und *Borderea* Miègev. sind sie breit und stumpf, bei *Trichopus* Gaertn. jedoch schmal und lang zugespitzt. Bei letztgenannter Gattung finden sie sich nicht nur am Rhizom, sondern bilden auch eine dichte Rosette am Grunde des scheitelständigen Büschels von Blütenstielen. Die morphologische Natur dieser Schuppenblätter wurde durch Bucherer aufgeklärt, welcher in den Achseln derselben bei *Tamus communis* L. Seitenknospen auffand. Jedoch bleibt die Thatsache noch unerklärt, dass sie nur mit der Rinde in Zusammenhang stehen und keine Specialgefäße besitzen (Mohl). Zur Klärung dieser Frage müssten noch eingehende Untersuchungen angestellt werden.

2. Die Laubblätter.

a. Anatomischer Bau.

Die Nervatur der Laubblätter weicht von der der meisten *Monocotyledoneae* ganz erheblich ab. Gewöhnlich enthält die Spreite einen Mittel- und 1—6 Seitennerven, welche bogenförmig nach außen und oben verlaufen. Diese Hauptnerven werden vor ihrem Eintritt in den Blattstiel durch Queranastomosen vereinigt. Von ihnen zweigen sich Seitennerven ab, und zwar meist nach außen. Diese verzweigen sich dann reichlich und breiten sich über die ganze Fläche zu einem Netz mit polygonalen Maschen aus. Die Bündel enden an der Peripherie und in der Blattfläche mit ihrem Gefäßteil (Bucherer).

Die Blattstiele sind dadurch ausgezeichnet, dass sie sowohl an der Basis als auch an der Spitze mit Polstern versehen sind. Das Grundgewebe besteht in den Blattstielpolstern und bisweilen in der Unterseite der Blattnerven aus Wasser oder Schleim führenden Zellen und Collenchym, welches zur Festigkeit des Blattes dient und dessen Beweglichkeit ermöglicht. Wassergewebe auf der Unterseite der Blattnerven kommt meistens bei Arten vor, welche schattige oder feuchte Standorte bewohnen.

Die Laubblätter der *Dioscoreaceae* sind gewöhnlich mit zahlreichen kleinen, mit der Lupe deutlich erkennbaren, mehr oder weniger durchsichtigen Strichelchen versehen. Bokorny, welcher die durchsichtigen Punkte bei einer großen Anzahl von Familien untersuchte, um ihre Verwertbarkeit für die Systematik zu prüfen, fand, dass sie in diesem Falle von Raphidenschläuchen herrühren. Er stellte ferner fest, dass bei den *Dioscoreaceae*, *Smilacoïdeae* und *Taccaceae* die Blätter fast ausnahmslos mit diesen Raphidenschläuchen durchsetzt sind, und fand, dass sie entweder über die ganze Blattspreite verteilt sind und sich besonders am Rande an-

häufen oder nur auf diesen beschränkt sind. Bei flüchtiger Betrachtung scheint ihre Richtung ganz regellos zu sein, bei genauer Untersuchung bemerkt man, dass sie stets in der Richtung der Gefäßstränge verlaufen, neben denen sie liegen. Kunth hat anscheinend viel Wert auf diese durchsichtigen Punkte gelegt. Ich finde jedoch, dass sie nur eine untergeordnete Bedeutung besitzen. Es kommt nämlich vor, dass sie an verschiedenen Exemplaren derselben Art an Länge, Gestalt, Zahl und vor Allem an Deutlichkeit sehr verschieden sind.

Extranuptiale Nectarien kommen häufig auf der Unterseite der Blätter und im Rindenparenchym des Stengels und Blattstieles vor. Diese wurden zuerst von Delpino als Nectarien erkannt und beschrieben und später von Correns anatomisch und entwickelungsgeschichtlich untersucht. Ich möchte hier die allgemeine Beschreibung, welche Correns von diesen drüsigen Organen giebt, hier anführen:

»Mit bloßem Auge gesehen, repräsentieren sich die Nectarien auf der Unterseite des Blattes als kleine Grübchen, oft glänzend durch das ausgeschiedene Secret, auf der Oberseite als kleine, dunkle Höcker entsprechend den Vertiefungen der Unterseite. Hält man das Blatt gegen das Licht, die Unterseite dem Auge zugewendet, so erscheint die Drüse als durchsichtiger Punkt, dreht man das Blatt herum, so dass die Oberseite dem Auge zugekehrt ist, so erscheint an ihrer Stelle ein dunkler Fleck, oft in der Mitte mit einem hellen Punkt. In frischem Zustand gehören also die Nectarien der Dioscoreen zu den durchscheinenden Punkten.«

Besondere Apparate zur Wasserausscheidung sind sehr selten. Ich habe solche nur an einer afrikanischen Art, *D. macroura* Harms ms., mit voller Gewissheit feststellen können. Auf diese Erscheinung wurde ich zuerst durch Herrn Prof. Volkens aufmerksam gemacht. Auf seinen afrikanischen Reisen fiel ihm auf, dass besonders bei Arten mit aufgesetzter langer Blattspitze von dem Ende derselben morgens Wassertropfen herabfielen. Aus diesem Grunde untersuchte ich eine Blattspitze von *D. macroura* Harms ms., von welcher ein schönes Exemplar sich im Berliner botanischen Garten befindet, und fand dort den erwarteten Wasserausscheidungsapparat, jedoch von so ungewöhnlicher Art, dass es sich verlohnt, darauf etwas näher einzugehen. Bei flüchtiger Betrachtung scheint die Blattspitze nicht von jenen verschieden zu sein, denen von Stahl als alleinige Function die Wasserableitung zugeschrieben wird. Bei näherer Besichtigung fiel mir jedoch auf, dass die Nerven sämtlich in der Blattspitze endigten und die seitlichen nicht blind am Rande aufhörten, wie das bei so vielen Arten der Fall ist. Die Spitze ist scharf vom Blatte abgesetzt, 3—5 cm lang, schmal, auf der Ventralfläche seitlich eingerollt und stark nach unten umgebogen. Über die ganze concave Oberfläche der Spitze hin und abwechselnd mit den Nerven laufen 4 Furchen, welche sich auf dem Querschnitt als fast vollständig geschlossene Einstülpungen der Blattoberfläche erweisen. Diese

sind auf dem Querschnitt nierenförmig und völlig von dünnwandigen Haaren ausgefüllt, die von zweierlei Art sind: erstens lange, dünne, nur mit Querwänden und einem farblosen Inhalt mit Vacuolen versehene Haare; zweitens kurze, keulenförmige, mit dicht körnigem Inhalt erfüllte und in ihrem oberen Teile auch Längswände aufweisende Trichome. Die Gefäßstränge enden direct in Wasserspalten, die spärlich zwischen den Haaren vorkommen. So sind denn hier in derselben Weise die Wasserspalten verborgen, wie beim typischen Rollblatt die Spaltöffnungen.

b. Äußere Merkmale.

α. Die Spreite.

Der Umriss des Blattes ist in der ganzen Familie vorherrschend herzförmig, doch ändert die Einbuchtung am Grunde sehr an Tiefe und Breite ab, ebenso die beiden Seitenlappen; zuweilen verschwindet die Einbuchtung sogar ganz, und dann ist der Blattgrund abgeschnitten, abgerundet oder, was nur selten vorkommt, zugespitzt. Die Seitenlappen sind gewöhnlich ganzrandig, und dann entweder auswärts gekrümmt, senkrecht, gradlinig, abstehend, oder sehr selten einwärts gebogen. Die Blattspitze kann jäh abgestumpft sein, ist jedoch meistens zugespitzt oder sogar zu einer schmalen Spitze ausgezogen. Die Art der Lappung ist hinsichtlich der Anzahl der Lappen und der Tiefe der Einschnitte recht verschieden, jedoch treffen wir solche Veränderlichkeiten oft bei derselben Art oder sogar an demselben Individuum an. Daher überrascht es nicht, wenn wir Arten finden, deren Blätter bis zur Basis eingeschnitten, also geteilte zu nennen sind. In manchen Fällen sind die Blättchen dieser zusammengesetzten Blätter kurz gestielt. Die Gestalt des ganzen Blattes durchläuft alle Formen zwischen der linearen und kreisförmigen. Die oberen Blätter sind gewöhnlich schmaler als die unteren und häufig am Grunde abgeschnitten oder abgerundet, während die tiefer stehenden mehr oder weniger herzförmig gestaltete Basis besitzen. Der Blattdurchmesser kann bis zu 2,5 dm betragen.

Die Blätter sind im allgemeinen von häutiger Beschaffenheit und schwach durchscheinend, jedoch kommen auch, wenn auch seltener, feste, lederartige und undurchsichtige Blätter vor. Bei der großen Mehrzahl ist die Oberfläche sehr glatt und kahl; oft sind die eine oder beide Blattseiten glänzend und die Unterseite häufig blasser oder bläulichgrün. Weniger häufig sind die Blätter behaart, und dann findet sich die Behaarung entweder nur auf der Unterseite, wie das dann meistens der Fall ist, oder auf beiden Flächen. Die Haare sind fast stets kurz, weich, von weißer oder grauer Farbe und stehen zerstreut oder sehr selten dicht; sie sind meist einfach, nur in sehr wenigen Fällen sternförmig oder unregelmäßig verzweigt. Auch flache oder cylindrische Haare kommen vor, erstere z. B. bei

den meisten behaarten *Helmia*-Arten Mexikos und Brasiliens. Die Nerven sind im allgemeinen auf der Unterseite erhaben und meistens einfach, bei herzförmigen Blättern jedoch häufig ein- oder zweimal gegabelt; sie enden am Blattrande blind, die mittleren drei oder fünf jedoch gehen bis zur Blattspitze durch.

β. *Der Blattstiel.*

Die Länge des Blattstieles ist häufig bei derselben Pflanze an den verschiedenen Teilen des Stengels eine recht variable und passt sich den Lichtverhältnissen an. Sitzende Blätter kommen nicht vor, obwohl bei *D. heteropoda* Baker, *D. anomala* Gris., *D. stenophylla* Uline und anderen xerophilen Arten der Blattstiel sehr kurz ist. Bei diesen Arten fehlen überdies die oben erwähnten Polster. Die Unterseite des Blattstiels ist rundlich und mehr oder weniger deutlich rinnig wie der Hauptstengel. Die Oberseite des Stiels ist fast stets concav und bildet so eine Rinne zum Abfließen des Wassers. Nebenblätter sind selten vorhanden, bisweilen bilden sie eine unvollständige häutige Scheide um den Stengel, oder sie treten in Form von einem oder mehreren hornigen Stacheln auf. Behaarung, Flügel, Stacheln u. s. w. können wie am Hauptstengel, so auch am Blattstiel vorkommen. Es ist noch erwähnenswert, dass die Behaarung des Blattstiels sich auch häufig auf die Polster ausdehnt.

Bei fast allen amerikanischen Arten stehen die Blätter abwechselnd. Auch in Afrika herrschen wechselständige Arten vor, während die bei weitem größte Anzahl der asiatischen Arten gegenständige Blätter besitzt. In der Section *Enantiophyllum* Uline kommen die meisten gegenständigen Formen vor, jedoch finden wir auch solche in der Sect. *Asterotricha* Uline und *Synsepaleia* Uline. Dies sind alles Gruppen, welche ausschließlich der alten Welt angehören. Die amerikanische *D. villosa* L. und die verwandte *D. caucasica* Lipsky haben häufig gegenständige Blätter oder sogar Quirle bis zu fünf. *D. Batatas* Decne., aus der Sect. *Enantiophyllum* Uline verhält sich ähnlich. Jedoch kommt es bei allen gegenständigen Formen nicht selten vor, dass einige Blätter wechselständig sind. Bei solchen Arten zeigen natürlich die Internodien in der Länge alle möglichen Abstufungen. Es ist nichts darüber bekannt, ob typische wechselständige Arten auch gegenständig vorkommen können, oder ob überhaupt ausschließlich wechselständige Formen in der Section *Enantiophyllum* Uline existieren. Diese Frage lässt sich erst nach Beobachtung in freier Natur beantworten. Die Formen mit spiraliger Stellung zeigen oft Divergenzen nach $^5/_{13}$, jedoch ist das nicht constant, hängt nicht nur vom Winden des Stengels ab, sondern auch von der Fähigkeit derselben, sich äußeren Verhältnissen anzupassen.

c. Biologie.

Der Zweck des Wassergewebes in Blättern und Stielen ist ein rein mechanischer, nämlich die Blattfläche so zu stellen, dass die größte Lichtmenge darauf fällt. Diese Fähigkeit ist hauptsächlich auf die Polster beschränkt, welche sich am Grunde und an der Spitze des Blattstieles befinden. Das Polster am Grunde ist oft so gedreht und gewunden, um den Stiel möglichst günstig zum Licht zu stellen, dass man wohl gemeint hat, es hätte beim Klettern irgend welche Functionen zu erfüllen. Das obere Polster ist nicht so stark entwickelt, jedoch ist es im stande, die Blattspreite seitlich um einen Winkel von 180° und vertical um einen Winkel von 90° zu drehen.

Das Vorkommen von Calciumoxalatnadeln in den Raphidenschläuchen ist in der ganzen Familie allgemein und fast stets so reichlich, dass man wohl Stahl Recht geben kann, welcher darin einen Schutz gegen Tierfraß erblickt. Da dem genannten Forscher Schnecken als allgemeine Pflanzenfeinde bekannt waren, so verwendete er diese Tiere zu Versuchsobjecten, und stellte in der That fest, dass dieselben unter anderen Pflanzen stets diejenigen vermieden, welche Raphidenbündel enthielten. Außerdem hatte er Gelegenheit, den unangenehmen mechanischen Reiz dieser Calciumoxalatnadeln zu beobachten. Das häufige Vorkommen von Harzdrüsen und Schleimzellen ist physiologisch nicht erklärbar; denn dass die Stahl'sche Ansicht auch hierfür zutrifft, ist nicht wahrscheinlich.

Die extranuptialen Drüsen, welche Correns so genau untersuchte, zeigen einen analogen Bau wie die vieler anderer Pflanzen, bei denen sie nach Delpino's u. A. Untersuchungen zur Anlockung von Schutz-Ameisen bestimmt sind. Es mag angenommen werden, dass ihre Function bei den *Dioscoreaceae* eine ähnliche ist, jedoch sind Beobachtungen darüber noch nicht angestellt worden.

Die Function des Wasserausscheidungsapparates an der Blattspitze ist noch nicht genügend aufgeklärt. Wahrscheinlich ist er auch im stande, dargebotenes Wasser aufzusaugen, und damit würde die Anwesenheit der dichten Haare verständlich: sie verhindern nicht nur die Verdunstung, sondern sie fungieren auch als Reservoirs, indem sie während des Tages der Pflanze wenigstens einen Teil des Wassers wieder zuführen, welches in der voraufgegangenen Zeit gehemmter oder verminderter Transspiration als überflüssig ausgeschieden wurde. Auch kann Wasser bei Regen- und Taufall, wenn nötig, aufgesaugt werden. Die keuligen Haare sind wenig zahlreich und haben das Aussehen der Hydathodentrichome von *Phaseolus multiflorus*. Man findet sie nicht nur in den oben beschriebenen Einstülpungen, sondern auch anderswo auf der Blattepidermis derselben Art. Sie finden sich auch in großer Menge

auf der Blattspitze von *D. sativa* L. des tropischen Afrika vor. In letzterem Falle kann kein Zweifel über ihre Function als wasserausscheidende Haare bestehen.

d. Systematischer Wert des Blattbaues.

Es ist häufig der Fall, dass die verwandtschaftlichen Beziehungen nicht in den Blättern zum Ausdruck kommen. Es können sogar Arten mit geteilten Blättern solchen mit ungeteilten sehr nahe stehen, obwohl auch namentlich bei asiatischen und afrikanischen Sectionen die geteilten Blattformen eine tiefere genetische Bedeutung zu besitzen scheinen. Gestalt, Umriss und Beschaffenheit der Blätter, etwaige Behaarung, Vorkommen von extranuptialen Drüsen, Harzbehältern und durchsichtigen Punkten, Länge der Blattstiele und manche andere Merkmale sind selbst für die Begrenzung der Arten von nur untergeordneter Bedeutung.

E. Der Blütenstand.

Die *Dioscoreaceae* sind mit Ausnahme der *Stenomerideae* diklin und zwar streng diöcisch. Die meisten der wenigen Fälle, in denen Monöcie vorkommt, sind abnorm. Typische allgemeine Monöcie kommt nicht vor. Bei allen Arten, bei denen teilweise Monöcie beobachtet wird, ist stets eine der geschlechtlichen Formen rein vorhanden. Ist dies die männliche, so sind die Blüten der einhäusigen Form vorwiegend weiblich, oder umgekehrt. Diese Arten können dann entweder als Formen aufgefasst werden, welche die Stufe der reinen Diöcie noch nicht erreicht haben oder auch als Rückbildungen von der reinen Diöcie zur teilweisen Monöcie. In beiden Fällen kann man von einer unbeständigen Diöcie sprechen.

Borderea Miègev. ausgenommen, stehen die blütentragenden Sprosse stets seitlich. Das allmähliche Kleinerwerden der Blätter nach dem Scheitel zu, welches in der ganzen Familie eine gewöhnliche Erscheinung ist, erweckt den Anschein, als ob der Blütenstand terminal wäre. Aber diese reducierten Blätter dürfen nicht als Tragblätter aufgefasst werden; denn sie assimilieren und werden schnell größer. Ebenso dürfen jene seitenständigen blütentragenden Sprosse, welche stets mit mehr oder weniger reducierten assimilierenden Blättchen versehen sind, nicht mit den ausschließlich blütentragenden Fortsätzen verwechselt werden. Ungenaue Beobachtung nach dieser Richtung hin hat früher zu argen Verwirrungen in den Beschreibungen geführt. Die Tragblätter eines reinen Blütenstandes sind chlorophylllos, klein und bleibend. Das Folgende bezieht sich nur auf diöcische Arten.

1. Der männliche Blütenstand.

Die Achse, welche direct die Blüten oder die Blütenbüschel trägt, ist unverzweigt. Entweder steht sie in der Achse eines Blattes, wie das bei

einfachen Blütenständen der Fall ist, oder an einem einzeln stehenden, blattlosen, seitlichen Spross, und ist dann durch ein Tragblatt gestützt. Dies sind dann zusammengesetzte Blütenstände. Der blattlose Seitenspross ist selten verzweigt; ist dies jedoch der Fall, so entspringen die Blüten tragenden Achsen aus den Ästen zweiter Ordnung. Die Blüten oder Blütenbüschel stehen dann an den letzten Achsen eines verzweigten Blütenstandes dritter Ordnung. Diese Blüten tragenden Achsen stehen einzeln oder meistens zu mehreren beisammen, ihre Länge schwankt zwischen 1—2 cm und 3—4 dm. Die Zahl der beisammenstehenden Achsen ist sehr variabel, sie ist weder für die Species noch selbst für dasselbe Individuum constant. Meistens ist auch die Länge derselben als Artmerkmal von untergeordnetem systematischen Wert. Die Blüten stehen dicht oder zerstreut, sind sitzend oder gestielt und einzeln oder zu Büscheln vereinigt (*fasciculati*, *glomerulati*). Diese Büschel sind häufig mit einer sehr kurzen Hauptachse versehen, die in Wickeln oder Schraubeln übergeht, welche bis zehn gestielte oder sitzende, einzeln stehende Blüten tragen.

Jede Blüte ist normalerweise als von einem Tragblatt gestützt zu denken. Sind zwei solche vorhanden, so repräsentiert das äußere das Tragblatt einer unentwickelten, aber angelegten Blüte oder Blütenachse. Die Achsel dieser zweiten Bractee bleibt fast immer unfruchtbar, daher haben Kunth und Andere die Blüten der *Dioscoreaceae* als mit zwei Tragblättern versehen, beschrieben. Bei den Wickeln von *D. cinnamomifolia* Hook. und Verwandten, wo durch reichlichen Platz die Entwickelung sehr begünstigt ist, ist deutlich zu sehen, dass jede Blüte nur ein Tragblatt besitzt. In Bezug auf Gestalt und Beschaffenheit der Bracteen herrscht in der ganzen Familie so große Einförmigkeit, dass ich nur hier und da dieselben als Artmerkmal habe benutzen können.

2. Der weibliche Blütenstand.

Derselbe unterscheidet sich vom männlichen hauptsächlich dadurch, dass er fast stets unverzweigt ist, und dass die Blüten meist einzeln und ungestielt sind. Hierbei geht die Reduction bisweilen so weit, dass die ganze Achse nur 1—2 Blüten trägt. Selbst wenn die Blüte einzeln und lang gestielt ist (*Epipetrum* Phil., *D. humifusa* Poepp. u. a.), beweist die Anwesenheit einer Bractee am Grunde des Ovariums, dass der Stiel kein Blütenstiel ist, sondern einen Blütenstand darstellt. Eine Ausnahme macht *Tamus* L., welche nicht nur zusammengesetzte Blütenstände, sondern auch gestielte Blüten besitzt. *D. fracta* Gris., *D. dodecaneura* Vell. und mehrere Vertreter der Section *Enantiophyllum* Uline haben mehr oder weniger gestielte Kapseln. Diese Erscheinung hat ihren Grund in einer zurückgebliebenen Entwickelung der Basis des Fruchtknotens in ihrem unteren Teile. Daher ist es auch erklärlich, dass die Blüte bei den erwähnten Arten deutlich sitzend ist; der scheinbare Stiel tritt erst später hervor, wenn

oberwärts sich die Kapsel entwickelt. Bei der Gattung *Rajania* L. sind die weiblichen Blüten stets gestielt.

Bei der Gattung *Dioscorea* L. kommen gelegentlich Ausnahmen von dem sonst vorherrschenden Diöcismus vor. Entweder finden sich beiderlei Blüten an derselben Inflorescenzachse oder an verschiedenen Achsen an derselben Pflanze. Der letztere Fall tritt uns bei *D. monadelpha* (Kth.) Pax und ihren näheren Verwandten entgegen, wo die unteren Achsen weibliche, die oberen männliche Blütenstände hervorbringen. Beiderlei Blüten an derselben Achse finden sich z. B. bei *D. Kuntzei* Uline, wo der untere Teil des Blütenstandes die weiblichen, oder bei *D. Lehmannii* Uline, wo er die männlichen Blüten trägt. In einigen Fällen kommt es auch vor, dass an männlichen Ähren hier und da weibliche Blüten regellos verstreut sind, z. B. bei *D. polygonoides* H. & B., *multinervis*, *minima* und an einer unbeschriebenen afrikanischen Art aus der Section *Enantiophyllum* Uline. In wie weit die eben genannten Erscheinungen vereinzelt und anormal sind, lässt sich nur durch Beobachtung der betreffenden Arten an ihrem natürlichen Standort feststellen.

F. Die Blüten und Früchte.

1. Dioscorea L.

a. Männliche Blüten.

Die Blütenhülle kann rad-, trichter-, glocken-, krugförmig oder auch fast kugelig sein; sie ist mehr oder weniger tief sechsteilig; die Abschnitte stehen in zwei Quirlen, welche gleich oder von einander verschieden sein können, indem einer von beiden Kreisen kleinere Abschnitte besitzt. Die Form derselben ist kreisförmig bis linear-lanzettlich mit allen möglichen Zwischenstufen, sie können stark concav sein und mehr oder weniger aneinander stoßen, oder dachig sein, noch häufiger spreizen sie auseinander oder sind sogar umgebogen. Bei der Section *Asterotricha* sind die inneren Segmente an der Spitze verwachsen. Die äußeren Abschnitte sind stets in der Knospenlage dachig, die inneren können dachig oder auch klappig sein (letzteres z. B. bei einigen Arten der Section *Enantiophyllum* Uline); sie besitzen 1—5 Nerven, jedoch ist die Nervatur häufig nur undeutlich. Der Durchmesser der Blütenhülle beträgt im allgemeinen nur 5 mm, jedoch kommen bei *D. macrantha* Uline Blüten mit einem Durchmesser von 2,5 cm vor. Die Farbe der Blütenhülle ist grünlich-weiß oder schmutzig-braun, jedoch sind auch weiße und rötlichbraune Blüten nicht selten, rote und gelbe finden wir nur in wenigen Fällen. Die Blütenhülle ist von häutiger oder etwas fleischiger Beschaffenheit, die Blätter derselben sind kahl oder in seltenen Fällen an der Außenseite behaart.

Es sind typisch sechs Staubgefäße vorhanden, welche in zwei

Kreisen angeordnet und in der Perigonröhre in verschiedener Höhe inseriert sind, oder mehr oder weniger in der Mitte an der Basis der Perigonblätter stehen. Bisweilen ist der innere Quirl in größerem oder geringerem Grade verkümmert, indem seine Glieder entweder als Staminodien auftreten oder vollständig abortieren. Die Antheren sind zweifächerig, kugelig bis länglich und meistens am Rücken angeheftet. Bisweilen ist das Connectiv in horizontaler Richtung sehr stark verbreitert, so dass die Thecae weit von einander rücken. (*D. polygonoides* H. & B. u. a.). Sie springen seltener genau an der Seite auf, wie in dem ebengenannten Fall; meist sind sie introrѕ oder extrors; bei kurzem Filament springen sie sehr häufig nach oben zu auf. Bisweilen hängen sie auch zusammen, sind aber dann stets leicht zu trennen.

Die Staubfäden sind gewöhnlich kürzer als die Blütenhülle, bisweilen jedoch so kurz, dass die Antheren sitzend erscheinen. Sie sind meist frei oder in verschiedenem Grade mit einander verwachsen. Die sogenannten verwachsenen Staubfäden bei *D. monadelpha* (Kth.) Pax wurden von Kunth falsch gedeutet, der die centrale Säule als fleischige verwachsene Filamente ansah. Bei nahen Verwandten dieser Art finde ich jedoch die Spitze dieser sogenannten »Andröcialsäule« mehr oder weniger eingeschnitten und zwischen den dadurch entstehenden Abschnitten befinden sich unzweifelhafte Rudimente von Griffeln. Derjenige Theil der Säule, welcher sich unter diesen Griffelrudimenten befindet, darf daher nicht als durch Verwachsung der Filamente entstanden gedacht werden, sondern ist als eine Achsenverlängerung aufzufassen. Nur die Abschnitte, welche sich über dem rudimentären Gynäceum befinden, dürfen Staubfäden genannt werden.

Der Griffelrest ist im allgemeinen nur klein, dreiteilig oder ungelappt und von kegel-, pyramiden- oder cylinderförmiger Gestalt. Dicht unter der Blütenhülle, am Ende des Blütenstieles befindet sich häufig eine Achsenverbreiterung, welche als rudimentärer Fruchtknoten aufzufassen ist. Diese ist niemals sehr ansehnlich und gleich den Griffelresten nur als Überbleibsel früherer Monoklinie von Interesse.

b. Weibliche Blüten.

Das Gynäceum ist unterständig und dreifächerig mit centralwinkelständiger Placentation. Jede Placenta trägt zwei anatrope, hängende Samenanlagen über einander. Die Stellung der Ovula ist ein wichtiges systematisches Merkmal zur Unterscheidung der beiden Subgenera: *Helmia* Kth. und *Eudioscorea* Pax von einander. Bei letzterem sind sie an der Placenta in der Nähe der Mitte befestigt, so dass die spätere Entwickelung der Flügel nach allen Richtungen hin frei erfolgen kann (»Semina undique alata«). Im Subgenus *Helmia* Kth. sind die Samenanlagen direct über der Basis des Faches befestigt, so dass nur nach oben hin eine Flügelentwickelung möglich ist (»Semina sursum alata«).

Die Blütenhülle sitzt auf dem Ovarium, viel seltener ist sie kurz gestielt; sie ist meistens kleiner als die der männlichen Blüten und weniger häufig ausgebreitet; sonst ist sie von derselben nicht wesentlich verschieden. Das im Centrum der Blüte befindliche Organ, welches Griffel und Narben darstellt, zeigt sich gewöhnlich in Gestalt einer Säule, an deren Spitze sich drei divergierende Arme befinden. Im systematischen Teil dieser Arbeit habe ich ohne Unterschied, der Übereinstimmung halber, den Säulenteil dieses Organes als Griffelsäule und die freien divergierenden Äste als Narben bezeichnet. In Wirklichkeit aber ist die Narbe gewöhnlich nur auf einen kleinen Teil der Griffeläste beschränkt, bisweilen nur auf die Spitzen; in anderen Fällen befinden sich jedoch Narbenpapillen auf einem beträchtlichen Streifen an der Oberseite der Griffeläste. Diese sogenannten Narbenarme können rund oder zusammengedrückt oder auch ventral (was in diesem Falle nach oben zu bedeutet) zusammengefaltet sein; sie sind mehr oder weniger nach oben ausgebreitet oder stark umgebogen, ungeteilt oder meistens in verschiedenem Grade zweilappig oder zweispaltig. Jeder Lappen kann sich wieder in zwei spalten, was jedoch sehr selten vorkommt. Die Griffelsäule kann völlig unterdrückt werden, in diesem Falle werden die Narben (richtiger Griffeläste) als sitzend bezeichnet.

Am Grunde des Perigons oder auch bisweilen in der Perigonröhre befestigt sind die rudimentären Antheren, welche stets in derselben Zahl wie in den männlichen Blüten auftreten. Während in den männlichen Blüten der innere Kreis der Staubgefäße zu Staminodien reduciert ist, lässt sich in der weiblichen Blüte derselben Art meist ein entsprechender Unterschied zwischen den rudimentären Staubgefäßen des inneren und äußeren Quirls beobachten. Dieses Merkmal hat sich als recht wertvoll erwiesen, um die durch andere Charaktere nicht deutlich erkennbaren Verwandtschaften bei den weiblichen Pflanzen festzustellen. Bisweilen, jedoch nicht häufig, findet man die Staubgefäße in der weiblichen Blüte völlig unterdrückt. Dies ist für diejenigen Gruppen charakteristisch, bei denen wir sitzende Narben antreffen.

c. Frucht und Same.

Die Kapsel ist dreischneidig oder dreikantig und fachspaltig. In der Beschaffenheit der Wände herrscht große Einförmigkeit, dieselbe ist papier- oder pergamentartig. Eine Gruppe jedoch (*Sarcocapsa* Uline) ist durch ihre fleischige Beschaffenheit bemerkenswert. Die Kapseln, welche ich bei ihr beobachtete, waren von beträchtlicher Größe, aber noch nicht ganz reif. Durch ihre fleischige Beschaffenheit der Wände unterscheidet sie sich von allen anderen Arten der Gattung *Dioscorea* L. Die Gestalt der Kapsel ist ein sehr constantes und wohl begründetes Merkmal in dieser Gattung und bildet daher ein sehr wesentliches Grundelement für die Abgrenzung der Gruppen. Im Subgenus *Helmia* Kth. finden wir folgende zwei Typen: 1. länglich oder

oval, beiderseits abgerundet oder nur oben etwas zugespitzt, 2. dreieckig. *Eudioscorea* Pax zerfällt ebenfalls in zwei Typen, welche durch Übergänge mit einander verbunden sind: 1. Die Längsachse ist größer als die Breitenachse; fast kreisförmig und viereckig elliptische Gestalten sind hier vorherrschend; 2. Die Breitenachse übertrifft die Längenachse an Größe; hier herrschen transversal elliptische Formen vor.

Die Samen sind meist flach und geflügelt. Die Testa liegt dem Samen fest an und umhüllt einen sehr kleinen Embryo, welcher in einem meist hornigen Nährgewebe liegt. Letzteres lässt sich in zwei flache symmetrische Hälften spalten und zwar durch die Medianebene des Samens; dazwischen ist genau unter dem Hilum der Embryo eingebettet. Der Umriss ist im allgemeinen kreisförmig, aber auch häufig länglich, elliptisch oder in verschiedenem Grade schief. *D. plumifera* Rob. aus Mexiko hat Samen, welche ein wenig zusammengedrückt und mit einem sehr schmalen Flügel versehen sind. Diesem Merkmal allein nach zu urteilen würde diese Art eine isolierte Mittelstellung einnehmen zwischen *Dioscorea* L. einerseits und *Epipetrum* Phil. und *Borderea* Miègev. andererseits. Aber in jeder anderen Hinsicht schließt sie sich sehr eng an *Dioscorea* L. an, und zwar an die Section *Sarcocapsa* Uline.

In der verschiedenen Ausbildung des Flügels lassen sich 3 Typen unterscheiden:

1) Der Flügel dehnt sich nur in einer Richtung aus, und zwar nach unten (*Helmia* Kth.), oder nach oben (Subgen. *Testudinaria* Salisb.).
2) Der Same ist an 3 Seiten geflügelt, indem nur die Bauchseite ungeflügelt bleibt (*D. macrostachya* Benth.).
3) Der Flügel kann nach allen Richtungen in einer Ebene ausgedehnt sein (*D. glabra* Roxb.).

Die Entwickelung des Flügels in verticaler Richtung richtet sich, wie schon erwähnt, nach der betreffenden Aufhängung des Samens an der Placenta. Eine Ausbildung des Flügels an der Bauchseite ist stets bei weiteren Kapseln und längeren Funiculis der Fall. Der Flügel kann dick und korkartig oder derb und lederartig sein, oder er ist häutig-hyalin, wie bei Sect. *Enantiophyllum* Uline, deren Samen sich von denen aller anderen *Dioscorea*-Arten durch ihre sehr dünnen, weichen und öligen Flügel unterscheiden.

2. Borderea Miègev.

Weder die männlichen noch die weiblichen Blüten weichen vom *Dioscorea*-Typus in irgend einer Weise ab. Die Kapsel jedoch, und der Same zeigen einen abweichenden Bau; der letztere ist nämlich ungeflügelt, und fast gar nicht zusammengedrückt. Die Kapselwände aber sind mit zahlreichen auffallenden Nerven versehen, welche sich von der Mittelachse her

ausbreiten. Der Blütenstand ist bei beiden Geschlechtern endständig, und hierin besteht eines der besten Gattungsmerkmale.

3. **Epipetrum** Phil.

Die männlichen Blüten sind durch das sehr ansehnliche, fleischige, dreizackige Griffelrudiment ausgezeichnet, welches die zurückgeschlagenen Perigonlappen an Größe übertrifft und viermal so lang ist als die 6 kurzen Staubgefäße. Dies allein würde genügen, um *Epipetrum* Phil. zu einer ausgezeichneten Gattung zu stempeln; aber die weibliche Pflanze ist nicht weniger eigentümlich. Denn obwohl die Blüte selbst mit ihrer sehr kurzen Griffelsäule und ihren ungeteilten Narben sich von vielen *Dioscorea*-Arten nicht unterscheidet, zeigt der gewundene Stengel besonderes Verhalten gegenüber allen übrigen *Dioscoreaceae*. Die Drehung des Stengels nämlich ist ähnlich wie bei gewissen Ranken; sie fängt ungefähr in der Mitte an, und kann dann nach beiden Richtungen stattfinden. So kann z. B. der untere Teil der Spirale rechts und der obere links gedreht sein, oder umgekehrt. Vielfach ist jedoch eine Regelmäßigkeit nicht zu beobachten, indem an demselben Stengel die Windungsrichtung bis viermal wechseln kann. Der Same ist nicht zusammengedrückt und sehr schwach geflügelt.

4. **Rajania** L.

a. Männliche Blüten.

Diese sind innerhalb der Gattung selbst sehr übereinstimmend gebaut und zeigen folgenden Typus: Das Perigon ist sechsteilig, glocken- oder krugförmig; die Abschnitte sind einander gleich; die 6 Staubgefäße sind auf der Blütenhülle nahe dem Grunde zu inseriert und mit wenig introrsen Antheren versehen, welche am Rücken befestigt sind; Griffelrudimente sind nicht vorhanden. Die Artunterschiede bei *Rajania* liegen nicht in den Blüten, sondern gründen sich auf Verschiedenheiten im Blütenstand, auf An- oder Abwesenheit der Blütenstiele und auf die Form und Nervatur der Blätter.

b. Weibliche Blüten.

Hier finden wir ähnliche Übereinstimmung. Die Griffelsäule fehlt und rudimentäre Staubgefäße sind stets zu finden. Das Merkmal, auf das die Gattung begründet ist, besteht im Abort zweier Fächer der Frucht. Das dritte Fach erfährt eine merkwürdige, starke Entwickelung nach den Seiten hin. Nur eins der beiden Ovula kommt zur Reife, erfüllt jedoch nicht, wie bei *Dioscorea*, das ganze Fach. Die starke, seitliche Ausdehnung der Kapsel ist sehr dünn, und da nach dem Rande zu die Wände verwachsen sind, so gewährt die ganze Kapsel das Aussehen einer Flügelfrucht. Der Same ist ungeflügelt, obwohl noch ein Flügelrest zu bemerken ist, und zwar nach allen Seiten hin, entsprechend dem *Dioscorea*-Typus. Im übrigen

bietet die Frucht jedoch keine zuverlässigen Merkmale, welche zur Diagnose der Arten verwendbar wären.

5. Tamus L.

Die männlichen Blüten stimmen mit denen von *Dioscorea* überein. Die Griffelsäule ist sehr kurz, und die Narben sind an der Spitze ein wenig eingeschnitten. Die Frucht ist eine Beere mit einem oder zwei kugligen Samen in jedem der drei Fächer. Das Nährgewebe ist von dem der kapseltragenden Gattungen sehr wesentlich dadurch unterschieden, dass es sich nicht in symmetrische Hälften spalten lässt.

G. Bestäubung.

Über die Bestäubung sind noch keine Untersuchungen gemacht worden. Ansehnliche Blüten sind selten, Nectarien fehlen ganz, und nur in wenigen Fällen werden die Blüten von den Sammlern als wohlriechend erwähnt. Andererseits ist die Absicht einer Windbestäubung nicht erkennbar; der Pollen ist nicht sehr reichlich, auch ist er nicht mit Flügeln oder anderen Einrichtungen für die Windbestäubung versehen. Er ist jedoch trocken und leicht, und die große Anzahl der Blüten mag ein Ersatz für die geringe Menge des Pollens in den Antheren sein. Auch mag die lange, bewegliche, oft hängende, blütentragende Achse für die Windbestäubung sprechen. Die Gewohnheit der Pflanze, nach verschiedenen Richtungen hin zu klettern und zu winden, gewährt den beiden Geschlechtsformen oft die Möglichkeit, zusammenzutreffen. In der That zeigten viele untersuchte Herbarexemplare eine Verschlingung von männlichen und weiblichen Pflanzen derselben Art. Wenn man die durchgängige Ausrüstung mit vegetativer Vermehrung in Betracht zieht und die zahlreichen Fälle berücksichtigt, in denen namentlich bei cultivierten Pflanzen Blüten nicht entwickelt werden, kommt man zu der Vermutung, dass die geschlechtliche Fortpflanzung als regelmäßige Vermehrung hier nicht gerade sehr günstig für die Pflanze ist. Auch die lange Zeit, welche die geschlechtlich erzeugte Pflanze zu ihrer vollen Entwickelung nötig hat, muss als ungünstiger Factor der geschlechtlichen Fortpflanzung betrachtet werden. Der vollständige Mangel von beobachteten Thatsachen jedoch macht es unmöglich, irgend etwas auch nur annähernd Sicheres hierüber auszusagen.

H. Samen-Verbreitung.

Bei der Tribus der *Dioscoreeae* Pax geschieht die Verbreitung mit Ausnahme von *Tamus* L. durch den Wind, was aus dem fast allgemeinen Vorkommen von Flügeln an den Samen hervorgeht. *Tamus* L. ist jedoch mit seinen Beerenfrüchten zur Verbreitung auf die Thätigkeit der Tiere an-

gewiesen. Bei vielen von den kurzstengeligen Arten sind die Flügel schmal; denn sie können überhaupt bei solchen Pflanzen weniger zur Windverbreitung beitragen als bei anderen, welche ihre Früchte hoch über dem Boden erzeugen, weswegen sie eben in der Entwickelung bei ersteren zurückbleiben. Die Samen von *D. fracta* Gris., welche sehr hoch klettert, sind sehr schwach geflügelt; aber ein offenbarer Ersatz dafür sind die sehr langen, schlanken, racemösen Blütenstände und dünnen Blütenstiele, alles Mittel, welche bei Windbewegungen ein lebhaftes Schwingen der Kapseln gestatten.

III. Das System.

A. Begrenzung der Familie und einzelner Gattungen.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der *Dioscoreaceae* sind schon lange Gegenstand von Erörterungen gewesen. Man war früher der Meinung, dass sie eine Mittelstellung zwischen den *Monocotyledoneae* und *Dicotyledoneae* einnehmen, indem sie einerseits zu den *Amaryllidaceae* und *Liliaceae*, andererseits zu den *Aristolochiaceae* Beziehungen haben sollten — eine Ansicht, welche durch das scheinbare Vorkommen von zwei Keimblättern und durch den anatomischen Bau des Stengels wohl unterstützt zu werden scheint. Aber als Solms-Laubach zeigte, dass eine ähnliche Entwickelung des Embryos auch bei den *Commelinaceae* und anderen Familien vorkommt, fiel jeder Grund weg, die *Dioscoreaceae* von ihrer Stellung bei den *Liliaceae* zu entfernen. Im Gegenteil sind nahe Beziehungen zu *Taccaceae* vorhanden, denen sie sich durch die *Stenomerideae* nähern, und vor allem zu den *Amaryllidaceae*, von denen sie sich kaum durch ein durchgreifendes Merkmal trennen lassen, mit Ausnahme der unscheinbaren Blüten und des besonderen Habitus. Sie verhalten sich also zu den *Amaryllidaceae* wie die *Smilacoideae* zu den echten *Liliaceae*. In dieser Bearbeitung hat den *Stenomerideae* wenig Aufmerksamkeit geschenkt werden können, hauptsächlich aus dem Grunde, dass seit der Bearbeitung von Pax in den natürlichen Pflanzenfamilien kaum irgend welche neue Thatsachen über diese unvollkommen bekannte Gruppe hinzugekommen sind. Ich habe daher an ihrer Einteilung von Pax nichts Wesentliches zu ändern nötig gehabt.

In betreff der *Dioscoreaceae* mit dreifächeriger Kapsel hat lange über die Abgrenzung der Gattungen Unklarheit geherrscht. Als *Testudinaria* Salisb. mit ihrer merkwürdigen oberirdischen Knolle bekannt wurde, trug man zuerst kein Bedenken, dieses Merkmal als Gattungscharakter zu benutzen, obwohl es nur ein vegetatives und daher den herkömmlichen nicht gleichwertiges Merkmal war. Endlicher zog dies jedoch in Betracht und stellte daher die Gattung zu *Dioscorea* L. Kunth entdeckte jedoch einen sehr wichtigen Gattungschararakter in dem nur oben geflügelten Samen, während der Same von *Helmia* nur unten geflügelt ist. Andererseits

wiesen Bentham und Hooker auf *D. Grisebachii* Kth. (*D. filiformis* Gris.) hin, welche ähnliche gewürfelte Knollen wie *Testudinaria* besitzt; die Abbildung zeigt jedoch, dass die Knollen von *D. Grisebachii* besser zum *D. sinuata*-Typus zu stellen sind. Dagegen überzeugt man sich von der Wertlosigkeit der *Testudinaria*-Knolle als Gattungsmerkmal, wenn man die Knolle von *D. macrostachya* Benth. betrachtet, welche zuerst von Schlechtendal in Bot. Zeitung 1843 und später von Procopp im Bot. Centralblatt unter dem Namen *Testudinaria Cocolmica* beschrieben worden ist. Sie ist oberirdisch, besitzt ebenfalls die polygonale korkige Felderung und zeigt gleiche Gestalt und gleiches Wachstum wie *Testudinaria*. *D. macrostachya* Benth. ist aber eine typische *Eudioscorea* und schließt sich eng an die Sect. *Apodostemon* Uline an. Der einzige wesentliche Gattungscharakter besteht daher für *Testudinaria* außer dem Habitus in dem nach oben gerichteten Flügel am Samen. Selbst in diesem Merkmal steht sie nicht isoliert; denn die Sect. *Stenophorus* Uline, welche im Nachtrag zu den Natürlichen Pflanzenfamilien als Section des Subgenus *Helmia* betrachtet wird, hat ebenfalls Samen, welche nur oben geflügelt sind. Es muss hier zur Erläuterung hinzugefügt werden, dass diese Eigentümlichkeit erst nach der oben erwähnten Veröffentlichung entdeckt wurde; es wurde daher *Stenophorus* Uline mit Subgenus *Helmia* vereinigt. In der Übereilung wurden die Samen von *Helmia* irrtümlicherweise als nach oben, anstatt nach unten geflügelt bezeichnet. Auf Grund dieser Betrachtungen habe ich mich entschlossen, *Testudinaria* Salisb. zu *Dioscorea* L. zu ziehen und zusammen mit *Stenophorus* als Subgenus neben *Helmia* und *Eudioscorea* zu stellen.

Borderea Miègev. und *Epipetrum* Phil. sind beide in meiner Arbeit beibehalten worden, jedoch nicht ohne Bedenken. Z. B. der Besitz von ungeflügelten Samen, welcher beide Genera charakterisiert, wird auch bei gewissen chilenischen Arten von *Dioscorea* L. angetroffen; überdies haben die Modificationen im Flügel des Samens bei *Dioscorea* L. nur subgenerische Bedeutung; es entsteht daher die Frage, ob die totale Unterdrückung des Flügels am Samen als Gattungscharakter mit Recht benutzt werden darf. Jedoch sind andere Merkmale vorhanden, welche zur Flügellosigkeit hinzukommen, z. B. bei *Borderea* Miègev. die pseudodichotomische Verzweigung des Stengels und die horizontale Furchung der Kapseln, bei *Epipetrum* Phil. der lange spiralig gewundene Stengel und die bedeutende Entwickelung des Griffelrudiments in den männlichen Blüten. Auf Grund dieser Betrachtungen wage ich es daher, diese beiden Gattungen als von einander und von *Dioscorea* L. unterschiedene aufrecht zu erhalten. Die Einteilung der Familie erhält daher folgende Gestalt:

A. Bl. eingeschlechtlich, Sa. in jedem Fach 2 . . . . I. *Dioscoreeae*.
 a. Frucht eine Kapsel.
  α. Alle drei Fruchtblätter entwickelt, Fr. daher dreikantig oder dreiflüglig.

I. Samen ungeflügelt.
  1. S. kaum zusammengedrückt, Griffelrudiment sehr groß . . . . 1. *Epipetrum* Phil.
  2. S. flach, Griffelrudiment sehr klein . . . . 2. *Borderea* Miègev.
II. Samen geflügelt, meist flach. . . . . 3. *Dioscorea* L.
β. Nur ein Fach des Frkn. entwickelt, daher die Fr. einer Flügelfrucht ähnlich. S. ungeflügelt . . . . 4. *Rajania* L.
b. Fr. eine Beere . . . . 5. *Tamus* L.

B. Bl. hermaphrodit, Sa. in jedem Fache 2 bis viele . II. *Stenomerideae.*
a. Frkn. 3fächerig.
  α. Sa. in jedem Fach zahlreich.
    I. Rispe locker, axillär. Connectiv über die A. hinaus verlängert . . . . 6. *Stenomeris* Planch.
    II. Ähre pseudoterminal. Frucht eine Beere . . . . . . 7. *Oncus* Lour.
  β. Sa. in jedem Fach 2. Fr. eine Kapsel . . . . 8. *Trichopus* Gaertn.
b. Fr. 1fächerig; Sa. zahlreich . . . . 9. *Petermannia* Muell.

B. Sytematik der Gattung Dioscorea L.

1. Besprechung der Sectionen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass spätere Untersuchungen eine Spaltung von *Dioscorea* in mehrere Gattungen erforderlich machen werden. Jedoch bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse würde sich eine solche Handlungsweise aus folgenden Gründen verbieten:

1. Jedes der drei folgenden Subgenera ist auf ein einziges Merkmal gegründet, was nicht sehr für ihre Natürlichkeit spricht.

2. Dieses eine Merkmal drückt sich nicht an der ganzen Pflanze, sondern nur in der weiblichen Geschlechtsform aus. An den entsprechenden männlichen Formen wären daher Gattungsunterschiede nicht zu finden. Viele Arten von *Helmia* z. B. würden sich, den männlichen Blüten nach, sehr eng an einige Sectionen von *Eudioscorea* anschließen. Andererseits weichen einige der Sectionen von *Helmia* von anderen ihres Subgenus in ihren männlichen Blüten weit mehr ab, als von gewissen Sectionen von *Eudioscorea.*

3. In jedem der drei Subgenera sind die männlichen Geschlechtsformen durch große Formenmannigfaltigkeit ausgezeichnet, während bei der weiblichen Geschlechtsform eine verhältnismäßige Einförmigkeit herrscht. Wenn die Gattung geteilt werden soll, wie müssen dann die Trennungslinien fallen, um noch eine genügende Übereinstimmung bei beiden Geschlechtern zu bewahren?

In der folgenden Einteilung habe ich die Gattung in eine beträchtliche Anzahl von Sectionen geschieden, welche sich auf die männlichen Blüten basieren, soweit es entsprechende Übereinstimmungen in den Merkmalen von Frucht und Narben zuließen. In Bezug auf die männlichen Pflanzen erscheinen diese Sectionen natürlich und gut begrenzt; für die weiblichen Blüten ist jedoch diese Trennung zu weit getrieben, so dass es häufig vor-

kommt, dass in einer Gruppe von Arten, welche in Frucht und Narben wesentlich übereinstimmen, sich hinsichtlich der männlichen Merkmale zwei oder mehr scharfe Sectionen unterscheiden lassen. In solchen Fällen blieb mir daher nur übrig, die Sectionen auf die männlichen Merkmale allein zu basieren. Vielfach sind außerdem die weiblichen Formen nicht bekannt, und wenn diese dann nach und nach entdeckt werden, so müssen zahlreiche Veränderungen in der hier versuchten Einteilung vorgenommen werden.

2. Übersicht der Sectionen.

Untergattung I. *Helmia* (Kth. als Gattung) Gris. Sa. oberhalb der Mitte an der Placenta befestigt. S. nach unten in einen Flügel verlängert.

A. ♂ Blütenstand traubig mit kurzen cymösen Seitenästen. Perianth glockenförmig oder röhrig, gestielt. Stb. 6, aufrecht. Perianthb. der ♀ Bl. aufrecht. Gr. zu einer Säule verwachsen. Kapsel länglich oder elliptisch, abgerundet.

a. Stengel rechts windend. A. extrors. (excl. *D. tubulosa* Gris.) Amerika . . . . Sect. I. **Dematostemon** Gris.

b. Stengel links windend. A. intrors. Afrika . . . . Sect. II. **Brachyandra** Uline.

B. Stengel links windend. ♂ Ähren mit Bl. in Köpfchen. Stb. im Perianthtubus inseriert. A. introrş. Kapsel länglich. Amerika.

a. Stb. 6. Griffelsäule ziemlich lang. Kapsel länglich, sitzend . . . . Sect. III. **Sphaerantha** Uline.

b. Stb. 3. Griffelsäule fehlend. Kapsel verkehrtlanzettlich, gestielt . . . . Sect. IV. **Hyperocarpa** Uline.

C. ♂ Bl. gestielt, einzeln. Gr. getrennt mit ungeteilten N. Verkümmerte Stb. fehlen.

a. Stengel rechts windend. ♂ Bl. in einfachen oder zusammengesetzten Trauben. Kapsel länglich oder elliptisch.

α. Stb. 3, mit ziemlich langen Stf., ausgebreitet den Perianthb. inseriert. Mexiko . . . . Sect. V. **Trigonobasis** Uline.

β. Stb. central gestellt, oder im Grunde des Perianths inseriert.

I. Stb. 6. A. an der Spitze aufspringend. Stf. sehr kurz. Südamerika . . . . Sect. VI. **Centrostemon** Uline.

II. Stb. 3, einem fleischigen Discus inseriert. Mexiko, Südamerika . . . . Sect. VII. **Cycladenium** Uline.

III. Stb. 3, kurz, getrennt und nach außen gebogen. Discus fehlt. Südamerika. . . . . Sect. VIII. **Choristogyne** [Uline.

IV. Stb. 3. Stf. fleischig und ± verwachsen. Südamerika. . . . . Sect. IX. **Monadelpha** Uline.

b. Stengel nach links windend. ♂ Bl. in kurzen axillären Cymen. Kapsel deltoid. Südamerika . . Sect. X. **Trigonocarpa** Uline

D. Stengel links windend. ♂ Bl. in Ähren und zwar einzeln, sitzend oder selten kurz gestielt. Stb. an

der Basis der Perianthb. inseriert. A. intrors. Griffelrudiment sehr deutlich entwickelt. Gr. zu einer Säule verwachsen.

a. Halbsträucher (?). Kapsel länglich. Amerika.

α. B. einfach. Perianthb. spreizend. Stb. 6. Kapsel lederartig . . . . Sect. XI. **Chondrocarpa** Uline.

β. B. gedreit. Stb. 3. Brasilien. . . . . Sect. XII. **Stenocarpa** Uline.

b. Kräuter. Stb. 6. Kapsel dünnhäutig, elliptisch. Asien, Afrika . . . . Sect. XIII. **Opsophyton** Uline.

E. Stengel links windend. B. geteilt. ♂ Bl. in Ähren oder sehr dichten Trauben. Stb. sehr kurz. A. intrors. Frkn. behaart. Griffelsäule sehr kurz. Kapsel länglich.

a. Fruchtbare Stb. 6. Asien, Afrika . . . . Sect. XIV. **Lasiophyton** Uline.

b. Fruchtbare Stb. 3, mit 3 unfruchtb. abwechselnd.

α. ♂ Bl. in zusammengesetzten Trauben. Asien . Sect. XV. **Trieuphorostemon** [Uline.

β. ♂ Bl. in einfachen Ähren sitzend, oder sehr kurz gestielt. Afrika . . . . Sect. XVI. **Botryosicyos** [Uline.

Untergattung II. *Testudinaria* (Salisb. als Gatt.) Uline. Sa. unterhalb der Mitte an der Placenta befestigt. S. nach oben geflügelt.

A. ♂ Bl. einzelstehend in Trauben. Afrika . . . . . Sect. XVII. **Eutestudinaria** [Uline.

B. ♂ Bl. gebüschelt in Trauben. China, Japan . . . Sect. XVIII. **Stenophora** Uline.

Untergattung III. *Eudioscorea* Pax. Sa. ungefähr an der Mitte der Placenta befestigt. S. ± ringsum geflügelt.

A. Stengel links windend (excl. wenige Arten von B.). Kapseln verkehrt eiförmig, elliptisch oder fast kreisrund, niemals breiter als lang.

A. ± Behaarte Kräuter. Stengel linkswindend. ♂ Blütenstand traubig mit kurzen cymösen oder wickeligen Seitenästen. Stb. 6, am Grunde der Perianthb. inseriert. A. intrors. Griffelrudiment groß. Mexiko, Südamerika, Ostindien . . . . . Sect. XIX. **Macrogynodium** [Uline.

B. ♂ Ähren mit Bl. in Köpfchen. Stb. 6 am Grunde des Perianths inseriert. A. fest sitzend. Griffelsäule fehlend. Mexiko, Südamerika . . . . . . Sect. XX. **Apodostemon** Uline.

C. Stengel links windend. ♂ Ähren mit Bl. in Köpfchen. Perianth röhrig. Stb. 6, central, ungleich lang. A. extrors. Griffelsäule ziemlich lang. Mexiko . . . . Sect. XXI. **Heterostemon** [Uline.

D. Kräuter. Stengel links windend. ♂ Blütenstand mit sehr kurzen cymösen Seitenästen oder manchmal mit Köpfchen oder Büscheln. Stb. 6, am Grunde des Perianths inseriert. A. intrors. Stf. kurz.

a. Kapsel ziemlich groß bis 2,5 cm im Durchm. Nordamerika, Europa, Asien . . . . Sect. XXII. **Macropoda** Uline

b. Kapsel klein, bis 1,8 cm im Durchm.

α. B. ganzrandig oder an der Basis einfach pfeilförmig gelappt.

I. ♂ Bl. ± gestielt. Stb. klein.

1. Niederliegende, mit Stengel versehene Pflanzen. Unverzweigt. Perianthb. meist ungleich. Gr. sehr kurz. Chile, Rio Grande do Sul . . . . Sect. XXIII. **Microdioscorea** [Uline.

2. Niederliegende Pflanzen, welche in den Blattachseln kurz beblätterte Zweige tragen. Cymen gestielt. Gr. zu einer Säule verwachsen. Chile . . . . Sect. XXIV. **Diphasiophyllum** [Uline.

3. Winzige Pflänzchen. Chile . . . . Sect. XXV. **Pygmaeophyton** [Uline.

II. ♂ Bl. sitzend (in Köpfchen). Perianthb. aufgerichtet. Stb. ziemlich lang, nach innen gekrümmt. Chile . . . . Sect. XXVI. **Dolichogyne** [Uline.

β. B. unregelmäßig gelappt. Chile . . . . Sect. XXVII. **Chirophyllum** [Uline.

E. Kräuter. Stengel links windend. ♂ Blütenstand traubig mit Bl. in Büscheln. Stb. 6, central, gleich lang. A. extrors. Gr. zu einer Säule verwachsen. Chile . . . . Sect. XXVIII. **Paralleloste-** [**mon** Uline.

F. Kräuter links windend. Blütenstand traubig oder ährig. Stb. 3 fruchtbare mit 3 unfruchtbaren abwechselnd. Gr. zu einer Säule verwachsen.

a. Ganz kahle Pflanzen. Amerika.

α. ♂ Bl. einzeln.

I. Blütenachse wickelig gebrochen. Mexiko, Brasilien . . . . Sect. XXIX. **Cincinnorrachis** [Uline.

II. Blütenachse gestreckt. Mexiko . . . . . . Sect. XXX. **Oxypetalum** Uline.

β. ♂ Bl. in kurzen Cymen (gestielt).

I. Stb. lang, nach innen gekrümmt. Unfruchtbare Filamente verbreitet. N. verlängert. Kapsel (wenigstens im jugendlichen Zustand) fleischig. Mexiko . . . . Sect. XXXI. **Sarcocapsa** Uline.

II. Stb. kurz. Unfruchtbare Filamente fadenförmig. N. kurz. Centralamerika, Brasilien Sect. XXXII. **Brachystigma** [Uline.

γ. ♂ Bl. in Köpfen oder Wickeln.

I. Antherenfächer getrennt. Unfruchtbare Stbf. spatelförmig, manchmal zweispaltig. Nord- und Südamerika . . . . Sect. XXXIII. **Lychnostemon** [Uline.

II. Antherenfächer zusammenstoßend. Unfruchtbare Stf. haarartig. Südost-Brasilien. . . . Sect. XXXIV. **Trichandrium** [Gris.

b. Behaarte Pflanzen. Afrika. . . . . Sect. XXXV. **Macrocarpaea** Uline.

G. Kahle Kräuter, nach links windend. ♂ Blütenstand traubig oder achsig. Stb. 3. Ohne Std.

a. Stb. ziemlich lang, central aufgerichtet. A. extrors.

α. A. getrennt, ♂ Bl. in kurzen Cymen.

I. ♂ Bl. glockenförmig mit kurzem Tubus. Mexiko . . . . Sect. XXXVI. **Polyneuron** [Uline.

II. ♂ Bl. becherförmig oder röhrenförmig, mit langem Tubus. Mexiko . . . . Sect. XXXVII. **Siphonantha** [Uline.

β. A. zusammenhängend. ♂ Bl. in Köpfchen. Bolivia . . . . Sect. XXXVIII. **Symphiostemon** Uline.

b. Stb. kurz dem Tubus inseriert. ♂ Bl. in Köpfchen oder bisweilen sehr kurz gestielt. A. an der Spitze aufspringend oder introrS. Brasilien . . . . . . Sect. XXXIX. **Hemidematostemon** Gris.

c. Stb. sehr kurz, mit einigen Stf. Brasilien . . . . Sect. XL. **Triapodandra** Uline.

B. Kapsel meist breiter als lang.

A. B. abwechselnd. ♂ Blütenstand meistens verzweigt. ♂ Bl. einzeln. Perianth röhrig. Stb. dem Perianthtubus inseriert. ♀ Perianth kurz gestielt. N. mit 2 zurückgebogenen Lappen. Amerika.

a. ♂ Bl. sitzend. häutig.

α. Stb. 6. Sect. XLI. **Cryptantha** Uline.

β. Stb. 3.

I. Stf. sehr kurz . . . . Sect. XLII. **Strutantha** Uline.

II. Stf. verlängert . . . . Sect. XLIII. **Macrothyrsa** Uline.

b. ♂ Bl. gestielt, etwas fleischig.

α. Stb. 8 . . . . Sect. XLIV. **Sarcantha** Uline.

β. Stb. 3, mit 3 Std. abwechselnd. . . . . Sect. XLV. **Trianthium** Uline.

B. Stengel rechts windend. B. gegenständig oder selten abwechselnd. Ähren einfach oder zusammengesetzt, meist axillär gebüschelt. ♂ Bl. einzeln, Perianth 6-teilig, die 6 Abschnitte aufrecht. Stb. central, kurz.

a. B. meistens gegenständig.

α. Stb. 6.

I. Mit Sternhaaren. Perianthb. ungefähr gleich. Afrika . . . . Sect. XLVI. **Asterotricha** Uline.

II. Niemals Sternhaare (mit einer Ausnahme). Perianthb. sehr ungleich. Afrika, Amerika . Sect. XLVII. **Enanthiophyllum** Uline.

β. Stb. 3, mit 3 Std. abwechselnd. Perianthb. sehr ungleich. Sternhaare. Westafrika . . . . . . Sect. XLVIII. **Syntepaleia** Uline.

b. B. abwechselnd. Neu-Holland. . . . . Sect. XLIX. **Stenophyllidium** Uline.

C. Stengel links windend. B. gedreit. ♂ Blütenstand traubig mit Bl. in sehr kurzen cymösen Seitenästen. A. 6, im Grunde der glockenförmigen Perianthtuben sitzend. Madagascar . . . . Sect. L. **Cardiocapsa** Uline.

D. Stengel links windend. B. abwechselnd, ganzrandig. ♂ Blütenstand traubig, mit einzelstehenden Blüten. Perianthb. zugespitzt. Stb. 6. Griffelrudiment sehr groß. Griffelsäule verlängert . . . . Sect. LI. **Lasiogyne** Uline.

IV. Geographie.

Die *Dioscoreaceae* sind auf der ganzen tropischen Erde verbreitet; ihre größte Entwickelung finden sie in den tropischen und subtropischen Gebieten von Süd-Amerika, Central-Amerika und Westindien. In der alten Welt befindet sich das Hauptentwickelungscentrum im südöstlichen Asien. Im tropischen Afrika ist die Familie nur schwach entwickelt. *Testudinaria* Salisb. ist auf das Capland beschränkt, *Borderea* Miègev. findet sich nur in

einer Art in den Pyrenäen, *Tamus* L. ist in Mittel- und West-Europa, dem Mittelmeergebiet einschließlich Makaronesien verbreitet. *Rajania* L. kommt nur in Westindien vor; denn zwei südamerikanische, von Grisebach mit *Rajania* L. identificierte und beschriebene Arten haben sich als zu *Dioscorea* L. gehörig erwiesen. Die *Stenomerideae* Pax sind im südöstlichen Asien von Ceylon ostwärts einheimisch und kommen auch in Australien noch vor (*Petermannia* Muell.).

Mexiko und Süd-Amerika besitzen mehr als zwei Drittel der von *Dioscorea* L. bekannten Arten, welche jedoch von denen der alten Welt systematisch meist so scharf getrennt sind, dass es sich lohnt, dieselben einer näheren Betrachtung zu unterziehen. Wenn man die verschiedenen Florengebiete betrachtet, welche Engler aufgestellt hat (vgl. Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt), so findet man, dass das südbrasilianische Florengebiet alle anderen amerikanischen Gebiete an Reichhaltigkeit weit übertrifft. Mehr als ein Viertel aller *Dioscoreaceae* findet sich in der Berg- und Küstenregion Ost-Brasiliens, welche nach Süden bis Rio Grande do Sul und im Norden sich bis Bahia erstreckt; von diesen sind zwei Drittel endemisch; d. h. es sind somit 40 Arten auf dieses Areal beschränkt. Nur 12 Arten reichen ins Innere hinein, und zwar namentlich nach Goyaz und Matto Grosso, und noch viel weniger gehen im Süden bis nach Paraguay, Argentinien und Bolivia. Die in letzteren Gebieten wenigen endemischen Arten stehen mit den Species der brasilianischen Küstenregion in sehr enger verwandtschaftlicher Beziehung. 9 Arten sind allein auf das Innere beschränkt. Außer den 75 auf das südbrasilianische Gebiet beschränkten Arten giebt es nur noch vier, welche auch in andere Florengebiete von Süd-Amerika hineinreichen, z. B. *D. dodecaneura* Vell., welche im Norden bis Guyana und im Westen bis Ecuador geht, ferner *D. glandulosa* Klotzsch und *D. campestris* Gris., welche sich in der nordbrasilianisch-guyanischen Provinz finden; ferner *D. amaranthoides* Presl, welche in nahe verwandten Varietäten von Peru durch das Innere von Brasilien bis an seine Küsten vorkommen. Das Entwickelungscentrum, in welchem die meisten Arten zusammen vorkommen, liegt in der Küstenregion von Brasilien zwischen Minas Geraës und Rio Grande do Sul.

In dem Gebiet, welches von Engler als nordbrasilianisch-guayanisches Gebiet bezeichnet wird, sind nur 16 Arten bekannt, von denen vier aus Westindien eingeführt sind, eine ist ubiquitär und drei sind in anderen Teilen Süd-Amerikas sehr verbreitet, nämlich *D. polygonoides* H. & B. in Südost-Brasilien, *D. piperifolia* H. & B. von Südost-Brasilien und *D. trifida* L. von Central-Brasilien bis nach Peru. Nur acht sind endemisch, und von diesen gehören alle, eine Art ausgenommen, zu Gruppen, welche ihre Hauptverbreitung anderswo haben. Eine wächst nur in Guayana, eine andere in Guayana und Para, eine dritte reicht von Para bis Venezuela und nördlich bis zum Rio Negro, eine kommt nur in der Provinz Rio Negro vor,

eine andere ist in Amazonas endemisch, während zwei auf Maynas beschränkt sind.

Von den in Westindien vorkommenden 11 Arten sind nur 3 endemisch, welche nur auf Cuba beschränkt sind. *D. sativa* L. und *D. alata* L. haben eine erdumspannende Verbreitung, 4 Arten sind auch auf dem nahen Continent sehr verbreitet, 2 werden bisweilen eingeschleppt, nämlich *D. dendroicha* Uline aus Amazonas und *D. chondrocarpa* Gris. aus Rio de Janeiro. Außer den 3 endemischen Species kommen auf Cuba nur noch 2 Arten vor und diese nur selten. *D. cayennensis* Lam. zeigt eine so nahe Verwandtschaft mit gewissen afrikanischen Formen, dass man sie als von dorther stammend betrachten muss. *D. linearis* Gris. gehört zu einer Gruppe, welche von Mexiko bis Südost-Brasilien verbreitet ist. *D. pilosiuscula* Bert. ist Glied einer anderen Gruppe, welche sonst ausschließlich auf Central- und Südost-Brasilien beschränkt ist. Die Section *Lychnostemon* Gris. besitzt auf den Antillen ihr Verbreitungsgebiet und ist wahrscheinlich auch hier entstanden.

Die zur subandinen Provinz gehörigen Arten reichen nach Norden bis zur mexikanischen Provinz Jalisco und sind nach Süden ununterbrochen über die höheren Teile von Süd-Mexiko, über Central-Amerika, Columbien, Venezuela, Ecuador, Peru und Bolivia verbreitet. Dies Gebiet ist namentlich reich an Arten der Subgattung *Helmia* (Kth.) Gris. und zwar aus der Gruppe mit rechts windendem Stengel und einzelnen gestielten Blüten. Anstatt jedoch scharf sich auf das subandine Gebiet von Peru und Bolivia zu beschränken, erstreckt sich ihre Verbreitung durch ganz Bolivia nach Argentinien und Paraguay und nordwärts längs der Gebirge von Ost-Brasilien; es wird so eine ununterbrochene Kette von innig verwandten Arten gebildet. Eine andere, gut begrenzte Gruppe, die Section *Apodostemon* Uline, hat Arten in Mexiko, Venezuela, Cuba, Nord- und Südost-Brasilien; die Entwicklung erstreckt sich also mehr auf die Ost- als Westseite des südamerikanischen Continents. Enge Verwandtschaft besteht auch zwischen den linkswindenden, mit drei Staubgefäßen versehenen *Eudioscoreae* von Mexiko und Central-Amerika und denen des südöstlichen Brasilien, obwohl in dem dazwischen liegenden Brasilien und den Anden diese Gruppe fehlt. Endlich sind von den rechtswindenden *Eudioscoreae* Perus einige nicht scharf von denen des südlichen und östlichen Brasilien zu trennen, und alle deuten unleugbar auf denselben Ursprung hin. Ein Vertreter dieser Gruppe kommt überdies im dazwischen liegenden Gebiete, nämlich Bolivia, vor. Ungefähr 45 Arten sind aus dem subandinen Gebiete bekannt, 28 derselben finden sich in Mexiko und Central-Amerika. 15 Arten davon gehören zur Subgattung *Helmia*, sämtlich der Gruppe mit rechtswindendem Stengel und einzelnen gestielten Blüten angehörig. An Häufigkeit kommen letzterer jene oben beschriebenen linkswindenden *Eudioscorea*-Formen gleich, welche durch einen entweder reducierten, oder ganz abortierten

Staubblattquirl ausgezeichnet sind. 16 derselben finden sich in Mexiko und Central-Amerika, und sie können in der That mit den erwähnten *Helmia*-Arten als für die mexikanische Dioscoreaceen-Flora charakteristisch gelten.

Chile hat, im Gegensatz zu den nördlicheren tropischen Anden, eine ganz eigentümliche *Dioscorea*-Flora. Die Arten und auch die ganzen Gruppen sind alle, mit einer einzigen zweifelhaften Ausnahme, endemisch. Es sind kurze, niedrige Pflanzen, mit meist kleinen Kapseln und schmal geflügelten Samen. Weder das Subgenus *Helmia*, noch Formen mit 3 Staubgefäßen sind hier vertreten. Viele der Arten sind nur schwierig zu unterscheiden. Die Südgrenze ist ungefähr am 40. Grad südlicher Breite. Ich habe 20 Arten deutlich unterscheiden können. Philippi beschreibt eine bei weitem größere Zahl, von denen ich einige leider zweifelhaft lassen muss.

Im nördlichen Teil kommt nur eine extra-tropische Form vor, welche eine Verbreitung besitzt, wie sie sonst im Genus nicht vorkommt, nämlich *D. villosa* L. Sie findet sich von Florida bis Canada und westlich bis Minnesota und Texas. Im Bau der männlichen Blüten lässt sie einige Verwandtschaft mit den chilenischen Arten vermuten, aber im Habitus und in den Kapseln verhält sie sich sehr abweichend. Sonst zeigt sie gar keine Beziehungen zu anderen amerikanischen *Dioscorea*-Arten.

Bei der Behandlung der Verbreitung der Formen der alten Welt bin ich gezwungen, mich auf kurze, allgemeine Angaben zu beschränken, was seinen Grund hauptsächlich in dem Mangel an Herbarexemplaren hat. Es war zuerst meine Absicht, nur die amerikanischen Arten zu studieren, daher wurde beim Herbeischaffen des Materials die alte Welt einigermaßen vernachlässigt.

Bei weitem das stärkste Entwickelungscentrum in der alten Welt liegt im südlichen und südöstlichen Asien, mit Einschluss des vorderindischen, tropisch-himalayischen, tropisch-ostasiatischen und malayischen Gebiets. Mehr als 30 Arten sind bekannt, von denen die meisten zur Section *Enantiophyllum* Uline gehören. Diese Section zeigt ebenso wie die wenigen dreiblättrigen *Helmia*-Arten vieles Gemeinsame mit afrikanischen Formen. Die in China und Japan vorkommenden *Helmia*-Arten, deren Blatt mit einer Einbuchtung versehen ist, und für welche *D. tenuipes* Franch. et Sav. ein typisches Beispiel ist, stehen von allen anderen Gruppen sehr isoliert. Australien hat mehrere Formen von *Enantiophyllum*, die jedoch wahrscheinlich nur Varietäten einer Art sind, außerdem ist dort auch noch *D. sativa* L. recht häufig. Das polynesische Gebiet und das der Sandwich-Inseln besitzt nur die weit verbreitete *D. sativa* L., und vielleicht kommt auch noch *D. alata* L. gelegentlich vor.

Aus ganz Afrika sind nur 20 gute Arten bekannt, jedoch mehr beschrieben. Ost-, Central- und West-Afrika sind durch Arten mit gegenständigen, dreizähligen Blättern ausgezeichnet. Arten vom ersteren Typus

sind über sehr große Gebiete verbreitet und sehr häufig, aber von dem überaus reichlichen Material habe ich nur einige wenige Arten, und nicht sehr scharf, unterscheiden können. Beide Typen reichen nach Süden in spärlichen Arten bis zum Cap und finden sich auch auf Madagascar. Von denen mit gegenständigen Blättern sind die beiden Sectionen, welche ich *Syntepaleia* und *Asterotricha* genannt habe, endemisch, ebenso die Formen mit dreizähligen Blättern, obwohl in beiden Fällen verwandtschaftliche Beziehungen zu asiatischen Gruppen erkennbar sind. Das Auftreten von endemischen Gruppen in Afrika, welche der *D. sativa* L. (= *H. bulbifera* Kth.) nahe verwandt, aber doch deutlich unterschieden sind, macht wahrscheinlich, dass Afrika wohl die ursprüngliche Heimat dieser jetzt weit verbreiteten und cultivierten Pflanze ist.

Von den 7 auf Madagascar vorkommenden Arten sind fünf endemisch und zeigen nur geringe Verwandtschaft zu anderen Gruppen. Im Capgebiet sind die Verhältnisse ähnlich.

Europa besitzt nur eine einzige Art, *D. caucasica* Lipsky, welche in ihrer Verbreitung auf das Gebirge beschränkt ist, nach dem sie benannt ist. Sie zeigt so nahe Beziehungen einerseits zu der nordamerikanischen *D. villosa* L. und andererseits zu der *D. deltoidea* Wall. des nördlichen Indien, dass nur ihre weite geographische Trennung mich abhielt, dieselben für Varietäten einer und derselben Art zu erklären.

Die günstigsten Standorte für die *Dioscoreaceae* bilden in der Regel die dichten Gebüsche, Waldränder und Waldlichtungen der Tropen; auch finden sie sich im Gebirge und umschlingen dort hauptsächlich das üppige Strauchwerk in den feuchten Schluchten. In den dichten tropischen Wäldern, in denen die genügende Lichtmenge durch große Höhe und einen entsprechenden Aufwand an Vegetationskraft erlangt werden kann, sind sie selten. Die *Dioscoreaceae* und die meisten einjährigen Lianen finden die günstigsten Bedingungen vorzüglich an lichten Stellen der Wälder, vor allem zwischen Strauchwerk und niederen Bäumen, welche die für windende Lianen so unbedingt nötigen dünnen Stützen bilden. Hier wird auch in leicht erreichbarer Höhe eine genügende Lichtmenge geboten.

Xerophyten sind in der Familie verhältnismäßig selten zu finden; dies liegt wohl weniger an der Unfähigkeit der Pflanzen, sich äußerlich anzupassen, als an der damit verbundenen größeren Schwierigkeit, jene tiefliegenden, wesentlich den windenden Pflanzen zukommenden Eigenschaften mit den xerophytischen Bedingungen in Einklang zu bringen. Xerophytische Dioscoreaceae sind im allgemeinen durch folgende Merkmale ausgezeichnet: 1) durch erhebliche Reduction des Stengels, was mit geringerem Winden verbunden ist, 2) durch verkürzte Blattstiele und vollständigen Schwund des Wassergewebes, 3) durch die gewöhnlichen bekannten Einrichtungen zur Herabsetzung der Transspiration, als da sind: aufrechte Blattstellung, lineare oder lanzettliche Blätter mit eingerollten Rändern,

verdickter Epidermis, harzigen Absonderungen, oder fleischigen Blättern etc. etc. Äußerlich betrachtet, scheinen diese kleinen Wüstenpflanzen nicht die geringste Verwandtschaft mit den bekannten typischen Dioscoreaceae zu besitzen, von denen sie doch abzuleiten sind. Erst bei Untersuchung von Blüte und Frucht treten die Ähnlichkeiten und verwandtschaftlichen Beziehungen hervor.

Litteratur-Verzeichnis.

1. Baillon, Histoire des Plantes XIII (1894). pp. 71—75.
2. Baker in Journ. of Botany 1882, 1889.
3. De Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane p. 640.
4. Beccari, Nota sull' Embryone delle Dioscoreacee in Nuov. Giorn. bot. ital. Vol. I (1870). p. 13. t. 31, II (1870). p. 150. t. IV.
5. Bentham et Hooker, Genera Plantarum III. p. 741.
6. Bokorny, über die durchsichtigen Punkte in den Blättern, in Flora, 1882. p. 341 ff.
7. Bucherer, Beiträge zur Morphologie u. Anatomie, d. Dioscoreaceen, in Bibl. Bot. Heft 16 (1889). 5 Taf.
8. De Candolle, L'Origine des Plantes Cultivées. 1883.
9. Correns, zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der extranuptialen Nectarien von Dioscorea, in Sitzungsb. Acad. Wiss. Wien. XCVII. Abth. I (1888).
10. Decaisne, Histoire et Culture de l'Igname de China, in Rev. hortic. (1853); Flore des Serres et Jardins X. Pl. 97.
11. Delpino, Piante myrmecofile Estratto della Serre IV. Tom. VIII delle Memorie della Reale Academia delle Scienze dell'Instituto di Bologna e letto nella sessione delli 18. IV. 1886. p. 46 et sequ. 1888.
12. Dutrochet, Observations sur les Embryons végétaux, in Nouv. Ann. du Muséum d'Historie Naturelle IV (1835). p. 69. t. 20.
13. Eichler, Blütendiagramme I. p. 159.
14. Endlicher, Genera Plantarum p. 157.
15. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen (1876).
16. Franchet et Savatier, Enumeratio Plantarum Japoniae.
17. Gaertner, de Fruct. et Sem. pl. I. p. 42. t. 14.
18. Galeotti et Martens in Bull. Acad. Brux. IX. 2 (reprint) 1842.
19. Gay, Flora Chilena VI.
20. Grisebach, in Flora Brasiliensis III. I. p. 25 ff.
 ——, Flora Brit. West. Ind. et in Kjoeb. Vidensk. Med. (1875) p. 153 ff.
21. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie 2. Aufl.
 ——, Zur Kenntnis der Hydathoden, in Jahrb. für wissensch. Botanik XXX. Heft 4. (1897).
 ——, Berichte der Deutsch. Bot. Gesellsch. XII (1895). p. 366.
22. Hemsley in Biol. Centr.-Am. Bot. III (1884). p. 353.
23. Hooker, Flora Nigritana (1849).
24. Jungner, Bidrag till Kannedomen om anatomien has Familjen Dioscoreae in. Sv. Vet. Ak. Bih. Bd. XIII. Abt. III. n. 7. 5. Taf. 1888.
25. Jussieu in Ann. Sci. Nat. Sér. II. Vol. XI (1839). p. 341. t. 17.

26. Kunth, Enum. Pl. V (1850). p. 323 ff.
27. Lamarck, Encyclopedie III (1789). p. 230.
28. Lindley, Vegetable Kingdom p. 213.
29. Linné, Species Plantarum Ed. I.
30. Martens, siehe Galeotti.
31. Mohl, Der Mittelstock von *Tamus Elephantipes*, in Vermischte Schriften p. 186.
32. Nägeli, Abhandlungen zur Wissenschaftlichen Botanik I.
—, Untersuchungen über den Gefäßbündel-Verlauf.
33. Pax in Engler u. Prantl, Pflanzenfamilien II. 5 (1888). p. 130 ff.
34. Payer, Traité d'organogénie p. 681. t. 146.
35. Philippi in Linnaea XXXIII (1864—65).
— in Ann. Univ. Chil. 1873, 1896.
36. Poeppig, Fragmentum Synopseos Phanerogamarum (1833).
37. Poiret, Encyclopédie Supplément III (1812). p. 37.
38. Presl, Reliquiae Haenkeanae (1830).
39. Queva, Caractères anatomiques de la feuille des Dioscorées in Comptes rendus (1893).
—, Sur l'anatomie de l'appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées, Extrait des Mém. de la Soc. des Sci. de Lille (1894).
40. Roxburgh, Flora Indica vol. I (1820).
41. Schenck, Beiträge zur Biologie der Lianen. 1892.
42. Schenk in Zittels Handbuch der Paläontologie II. p. 365.
43. Schnizlein, Iconograph. I. t. 57.
44. Schwendener, Mechanisches Princip im Anatomischen Bau der Monocotyledonen, 1874.
45. Solms-Laubach, Über monocotyle Embryonen mit scheitelbürtigem Vegetationspunkt, in Bot. Zeit. XXXVI (1878). p. 66 ff. t. 4.
46. Stahl, Pflanzen u. Schnecken, in Jenaische Zeitschr. für Naturwiss. u. Medicin XXII (1888).
47. Treub, Le Meristème primitif de la racine dans les Monocotyledones. 1876.
48. Uline, Dioscoreae mexicanae et centrali-americanae, in Engler's Jahrb. XXII. p. 422—432.
— in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien, Nachtrag S. 80.
49. Warburg, Kulturpflanzen Usambaras in Deutsche Schutzgebiete (1894) p. 144 ff.
50. Willdenow, Species Plantarum IV. 2.